Aus der Medizinischen Klinik der Universität Marburg/Lahn
und der Medizinischen Klinik der Universität Tübingen
Direktor: Professor Dr. H. E. Bock

Röntgenologische Veränderungen am Herzen nach operativer Klappensprengung bei Mitralstenose und ihre Beziehungen zum elektrokardiographischen und klinischen Befund

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin
einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Eberhard-Karls-Universität
zu Tübingen

vorgelegt von
Elfriede Meister, geb. Winbeck
aus Duisburg

1964

8038

Aus der Medizinischen Klinik der Universität Marburg/Lahn
und der Medizinischen Klinik der Universität Tübingen
Direktor: Professor Dr. H. E. Bock

Röntgenologische Veränderungen am Herzen nach operativer Klappensprengung bei Mitralstenose und ihre Beziehungen zum elektrokardiographischen und klinischen Befund

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin
einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Eberhard-Karls-Universität
zu Tübingen

vorgelegt von
Elfriede Meister, geb. Winbeck
aus Duisburg

1964

Dekan: Professor Dr. H. HARMS

1. Berichterstatter: Professor Dr. E. STEIN

2. Berichterstatter: Professor Dr. H. E. BOCK

Fotodruck PRÄZIS · Tübingen

Inhaltsverzeichnis

Seite

I. Vorbemerkungen

A. Das röntgenologische Bild der Mitralstenose mit Berücksichtigung der Auswirkungen auf die linearen Herzmaße im dorso-ventralen Strahlengang 1

B. Fragestellung und Methodik der Auswertung 5

II. Zusammensetzung des Krankengutes 10

III. Untersuchungsergebnisse

A. Klinisches Operationsergebnis und transversaler Herzdurchmesser 12

B. Klinisches Operationsergebnis und Verhalten des rechten und linken Medianabstandes nach der Operation 17

C. Operationserfolg und Herzrechteck 18

D. Operationserfolg und röntgenologische Herzachse 20

E. Röntgenologische und elektrokardiographische Befunde 22

F. Relative Rechtsausweitung, andere Kreislaufgrößen, elektrokardiographische Befunde und klinischer Operationserfolg 29

IV. Besprechung der Ergebnisse 38

V. Zusammenfassung 47

VI. Literaturverzeichnis 52

Anhang: Unterlagen der Auswertung

I. Vorbemerkungen.

A. Das röntgenologische Bild der Mitralstenose mit Berücksichtigung der Auswirkungen auf die linearen Herzmaße im dorso-ventralen Strahlengang.

Die röntgenologischen Merkmale der Mitralstenose sind im wesentlichen durch die veränderte Hämodynamik bedingt, wobei das Ausmaß der Veränderungen vom Grad der Ostiumstenose und der Länge der Herzanamnese abhängt.

Bei der Einengung des Mitralostiums kommt es zunächst zu einer Dilatation des linken Vorhofs, da dieser sich gegen einen erhöhten Widerstand entleeren muß (ASSMANN (3), BRUGSCH (11), DEXTER (16), EPSTEIN (20), GROSSE-BROCKHOFF (26), HEGGLIN (29), KOHLER (38), TESCHENDORF (57), ZDANSKY (62)). Zu einer wesentlichen Hypertrophie hingegen ist der muskelschwache Vorhof nicht fähig (MUSSHOFF (44)). Möglicherweise wird die Vorhofdilatation durch die abgelaufene rheumatische Karditis begünstigt.

Die Vergrößerung des linken Vorhofs findet nicht in jedem Falle Ausdruck in einer Veränderung der Herzfigur im dorso-ventralen Bild, weil er durch andere Herzteile überlagert ist (TESCHENDORF (57), ZDANSKY (62)). Bei deutlicher Vergrößerung kann der linke Vorhof jedoch als dichterer Schatten innerhalb der Herzsilhouette abgegrenzt oder rechts randbildend werden und damit zu einer Vergrößerung des rechten Medianabstandes (Mr) [1] beitragen (UNGERLEIDER (60)). Eine Vergrößerung des rechten Medianabstandes kann auch durch Rechtsverdrängung des rechten Vorhofs seitens des dilatierten linken Vorhofs zustande kommen. Außerdem findet sich bei Mitralstenose gewöhnlich eine Vorwölbung des linken Herzohrs im Bereich der Herzbucht, welche zusammen mit

---

1) Erklärung der Herzmaße im Abschnitt Methodik.

weiter unten zu erwähnenden Faktoren den Breitendurchmesser (Br) des Herzens vergrößern kann. Eine genaue Beurteilung der Größe des linken Vorhofs erlauben jedoch nur Schrägbilder des Herzens (ZDANSKY (62)), Schichtaufnahmen oder Röntgendarstellungen mittels Kontrastmittel.

In weit stärkerem Maße als durch den linken Vorhof wird die Herzfigur bei Mitralstenose durch die Größenänderung des rechten Ventrikels bestimmt. Dieser hat nämlich in nahezu allen ausgeprägten Fällen eine erhöhte Druckarbeit zu leisten, da der Druckanstieg im linken Vorhof und der Anstieg des Strömungswiderstandes in der Lungenstrombahn infolge der sich bei Mitralstenosen fast regelmäßig entwickelnden Veränderungen der Pulmonalgefäße eine Erhöhung des Druckes im kleinen Kreislauf nach sich ziehen. Der rechte Ventrikel antwortet hierauf zunächst mit Hypertrophie und später eventuell mit Dilatation.

Nach ZDANSKY (62) erfährt zuerst die Ausflußbahn des rechten Ventrikels eine Verlängerung, und zwar besonders nach kranial, so daß Conus bzw. Arteria pulmonalis nach oben verlagert werden. Durch gleichzeitige Ausweitung der Arteria pulmonalis, die zum Teil auf einer rheumatischen Wandschädigung (CHIARI (13)) beruht und zum Teil Folge der pulmonalen Hypertonie ist, wird die Herzbucht mehr oder weniger vollständig ausgefüllt oder sogar vorgewölbt. Hierin liegt ein weiterer Grund für die Zunahme des Breitendurchmessers, besonders in seinem oberen Anteil (RAUTMANN (48)). Eine Verbreiterung des Herzschattens, gleichbedeutend mit einer Vergrößerung seines transversalen Durchmessers (Tr), ist in diesem Stadium noch nicht vorhanden. Sie tritt vielmehr erst dann auf, wenn die Größenzunahme des rechten Ventrikels auch auf die Einflußbahn übergreift, woraus entsprechend dem Verlauf der Einflußbahn in der Hauptsache eine Querdehnung des rechten Ventrikels resultiert (TESCHENDORF (57), ZDANSKY (62)).

Durch die mit den Umbauvorgängen verbundene Linksdrehung des Herzens wirkt sich die Quervergrößerung des rechten

Ventrikels in der Hauptsache nach links und nur in geringem Grade nach rechts aus, so daß in erster Linie eine Größenzunahme des linken Medianabstandes (Ml) zu erwarten ist (SUSSMANN (56)). Erst bei hochgradigem Herzumbau kommt die Rechtsdilatation auch im rechten Medianabstand (Mr) zum Ausdruck. Gleichzeitig können geringe Auswirkungen auf L, den Längsdurchmesser des Herzens, im Sinne einer Verlängerung auftreten.

Eine ausgeprägte Ausdehnung des Herzschattens nach rechts mit Größenzunahme des rechten Medianabstandes (Mr) ist im allgemeinen auf eine Erweiterung des rechten Vorhofs zu beziehen, wenn der linke Vorhof für diese Verbreiterung nicht verantwortlich gemacht werden kann (ASSMANN (3), FRIEDBERG (22)). In den meisten Fällen liegt dann bereits eine Schlußunfähigkeit der Trikuspidalklappen vor.

Am linken Herzrand fällt außer der verstrichenen Taille eine Verkleinerung und manchmal ein fast völliges Fehlen des Aortenknopfes auf. ASSMANN (3) begründet dieses mit der Linksdrehung des Herzens und der damit verbundenen Lageänderung der Aorta. Erst bei fortgeschrittenen Stenosen kann auch die geringere Blutfüllung der Aorta für diesen Befund verantwortlich gemacht werden.

Der linke Ventrikel ist durch das verminderte Blutangebot relativ wenig gefüllt und oft sogar "atrophisch". Der linke Kammerbogen fällt daher in vielen Fällen steil zum Zwerchfell ab (ZDANSKY (62)). Aus diesem Grunde kann der transversale Herzdurchmesser (Tr) auffallend klein sein, solange der rechte Ventrikel noch nicht dilatiert ist. Ebenso kann eine Verbreiterung des Herzschattens, wie sie durch einen dilatierten rechten Ventrikel bei normalem linken Ventrikel hervorgerufen würde, infolge der geringen Ausdehnung des linken Ventrikels kompensiert werden.

Zusammenfassend ist also festzustellen, daß die Mitralstenose in typischen Fällen einen vergrößerten linken Vorhof, ein vergrößertes rechtes Herz, eine erweiterte und

vorgewölbte Pulmonalarterie, ein prominentes linkes Herzohr, einen gering ausgeprägten Aortenknopf und einen "atrophischen" linken Ventrikel aufweist.

Dabei ist allerdings zu berücksichtigen, daß die Veränderungen im Röntgenbild nicht alleine durch die besonderen hämodynamischen Verhältnisse bedingt sind, sondern daß sie auch vom Gesamtzustand des Myokards abhängen. Besonders bei abgelaufener Karditis und bei absolut oder relativ verminderter Koronardurchblutung neigt das Herz zur Dilatation (TURNER (59)). Nicht selten findet man große allseitig dilatierte Herzen aufgrund ausgeprägter myokarditischer Veränderungen.

Für die röntgenologische Beurteilung einer begleitenden Mitralinsuffizienz, einer Kombination mit Aortenfehlern oder einer Hypertonie im großen Kreislauf ist vor allem das Verhalten des linken Ventrikels von Bedeutung:

Bei Insuffizienz der Mitral- oder Aortenklappen kommt es schon frühzeitig aufgrund des vergrößerten Schlagvolumens zu einer Dilatation des linken Ventrikels (KOHLER (38)), woraus eine Ausweitung des Herzschattens nach links und eine Vergrößerung des Transversaldurchmessers des Herzens resultieren.

Bei Aortenstenose und bei Hypertonie im großen Kreislauf hat der linke Ventrikel gegen einen erhöhten Widerstand zu arbeiten. Aus diesem Grunde und weil keine erhöhten Schlagvolumina zu bewältigen sind, steht hier die Hypertrophie des linken Ventrikels im Vordergrund. Sie bedingt keine wesentliche Größenzunahme des Herzens, sondern ist nur durch eine kräftigere Rundung des linken Kammerbogens und der Herzspitze gekennzeichnet. Erst später, im Stadium des Herzversagens, stellt sich eine wesentliche Dilatation des linken Ventrikels ein, die auch im Röntgenbild deutlich wird.

Da bei der vorwiegenden Mitralstenose der linke Ventrikel atrophisch oder zumindest nicht nennenswert vergrößert ist,

gibt eine röntgenologisch erkennbare Dilatation des linken Ventrikels einen Hinweis auf ein weiteres Vitium oder eine begleitende Hypertonie.

Die relative Pulmonalklappeninsuffizienz, die sich im Verlaufe einer Mitralstenose entwickeln kann, ruft ein verstärktes, auch bei der Röntgendurchleuchtung sichtbares Pulsieren des Pulmonalkonus und der größeren Pulmonalisäste hervor. Auf Röntgenaufnahmen ist die stark vorspringende Ausflußbahn des rechten Ventrikels hingegen nicht immer zu erkennen.

Bei der dekompensierten Mitralstenose kann schließlich infolge der Überdehnung des rechten Ventrikels und seines Anulus fibrosus eine relative Trikuspidalinsuffizienz auftreten, die sich röntgenologisch in einer ausgeprägten Verbreiterung des Herzens nach rechts ausdrückt.

B. Fragestellung und Methodik der Auswertung.

Die vorliegende Arbeit soll sich in erster Linie mit der Frage befassen, inwieweit sich der Röntgenbefund im sagittalen Strahlengang bei Mitralstenose nach operativer Klappensprengung verändert und ob die prä- und postoperativen Befunde in einem Zusammenhang mit dem jeweiligen Operationsergebnis stehen. Es wird auch untersucht, ob Beziehungen zwischen den röntgenologischen und elektrokardiographischen Veränderungen bestehen und wie sich der röntgenologische Verlauf zu den klinischen Daten und den durch Herzkatheterung gewonnenen Werten verhält. Diese Probleme haben insofern eine praktische Bedeutung, als die Erfolgsbeurteilung der Mitralstenoseoperation auf möglichst viele und nicht nur subjektive Kriterien gestützt werden muß. Dabei sind die röntgenologischen Veränderungen bisher auffällig wenig beachtet und noch kaum systematisch analysiert worden. Von pathophysiologischen Gesichtspunkten aus läßt der Vergleich der Röntgenbefunde Aufschlüsse über das Verhalten des Myokards im Gefolge der veränderten hämodynamischen Verhältnisse nach Kommissurotomie erwarten.

Ausgewertet wurden 190 Herzfernaufnahmen (KÖHLER (37)), die kurz vor der Operation und bei der jeweils letzten Nachbeobachtung im Stehen bei mäßiger Exspiration angefertigt wurden.

Folgende zum größten Teil schon von MORITZ (43) um die Jahrhundertwende für die Orthodiagraphie angegebenen Herzdimensionen wurden bestimmt (Abb.1):
1. Rechter und linker Medianabstand (Mr und Ml), der den größten horizontalen rechten bzw. linken Abstand der Herzkontur von der Medianlinie des Thorax darstellt.
2. Der Längsdurchmesser (L), welcher der Entfernung des rechten Herzgefäßwinkels von der Herzspitze entspricht.
3. Untere und obere Herzbreite (Br_u und Br_o), jeweils als Lot von der weitesten Ausladung des rechten Herzrandes und von der Einkerbung zwischen dem linken Herzrand und dem Pulmonalisbogen auf L.
4. Die Thoraxbreite (Th) als größter horizontaler Abstand der seitlichen Innenkonturen des knöchernen Thorax in Höhe der rechten Zwerchfellkuppel.
5. Der Herzneigungswinkel (N), der von L mit der Horizontalen eingeschlossen wird.

ZDANSKY (62) sieht den Herzneigungswinkel als wichtigstes Merkmal zur Charakterisierung der Lage des Herzens im Brustkorb an.

Aus den vorstehenden Dimensionen wurden rechnerisch weitere Größen ermittelt:
1. Der Breitendurchmesser (Br) als Summe aus Br_u und Br_o.
2. Das Herzrechteck, d.h. das Produkt aus L und Br.
3. Die relative Rechtsausweitung des Herzens als Quotient Th/Mr.
4. Der transversale Durchmesser des Herzens (Tr) als Summe aus Ml und Mr.
5. Die Größe des transversalen Herzdurchmessers ausgedrückt in Prozent der Thoraxbreite (Tr in % Th).

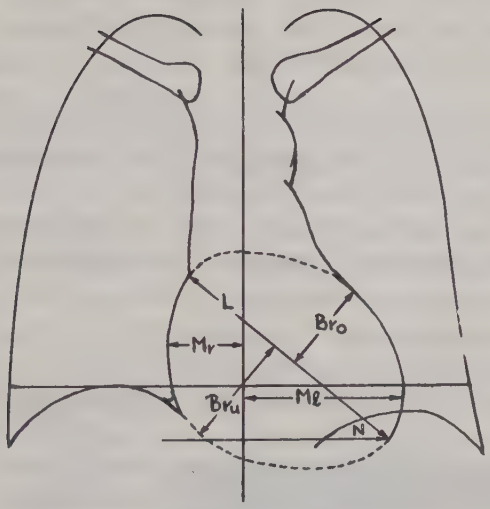

Abb. 1. Röntgenologische Herzabmessungen

Den vergleichenden Untersuchungen wurde nicht das absolute Maß des transversalen Herzdurchmessers, sondern dessen Größe in Prozent der Thoraxbreite zugrundegelegt, da hierbei der Einfluß der Thoraxform auf den Herzschatten mit berücksichtigt wird. RAUTMANN (48) hält die Thoraxbreite für das beste Bezugsmaß zur Beurteilung des Transversaldurchmessers des Herzens. Eingeführt wurde diese Größe von DANZER (15), der zu dem Ergebnis kam, daß der Transversaldurchmesser des Herzens im Mittel 45% des Transversaldurchmessers der Lunge (Thoraxbreite) beträgt. Nach FRIEDBERG (22) und anderen Autoren ist eine Vergrößerung des Herzens anzunehmen, wenn die Werte für den transversalen Herzdurchmesser eindeutig 50% der Thoraxbreite übersteigen.

Als postoperative Änderung des transversalen Herzdurchmessers wurde eine Abweichung von mindestens ± 4% von der präoperativen Größe gefordert.

Von MORITZ (42) wurde das Herzrechteck (L x Br) als zweidimensionales relatives Maß für die Herzgröße eingeführt

und anstatt der planimetrisch ausgemessenen Herzfläche verwendet. Es ist dabei jedoch zu beachten, daß das Herzrechteck etwa um ein Drittel größer ist als die mit Hilfe der Planimetrie ermittelte Herzfläche.

Eine postoperative Größenänderung des Herzrechtecks wurde wegen der Fehlerbreite der Ausmessung erst angenommen, wenn die Differenz gegenüber dem präoperativen Wert mindestens ± 26 cm^2 betrug. Alle innerhalb dieser Schwankungsbreite liegenden Fälle wurden als unverändert bezeichnet.

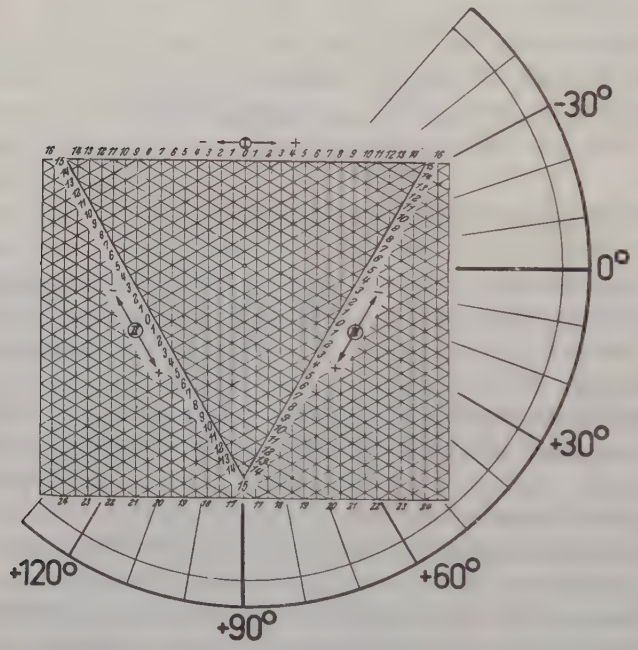

Abb. 2. Schema zur Konstruktion von Vektoren aus der Ausschlaghöhe in zwei Einthovenschen Ableitungen (Nach HEINECKER (30))

Bei der Auswertung der den Röntgenaufnahmen zeitlich zuzuordnenden Elektrokardiogramme wurde die Richtung der größten Momentanachse der QRS-Gruppe (elektrische Herzachse) mit Hilfe des Einthovenschen Dreieckschemas bestimmt, indem die

aus den Standardextremitätenableitungen ermittelten Amplituden von QRS auf 2 Seiten des Dreiecks abgetragen und in ihren Endpunkten die Senkrechten errichtet wurden. Die Verbindungslinie des Dreieckmittelpunktes mit dem Schnittpunkt der beiden Senkrechten stellt den gesuchten Hauptvektor von QRS dar, dessen Richtung durch Verlängerung bis zur Kreisperipherie dort in Grad abgelesen werden kann.

Zur Festlegung des Schweregrades vor und nach der Operation wurden die Kriterien der AMERICAN HEART ASSOCIATION herangezogen (HELLNER (31)). Es handelt sich hierbei um eine Einteilung in 4 Schweregrade nach klinischen Gesichtspunkten, die nach Untersuchungen von BAYER u. Mitarb. (5) in enger Abhängigkeit von der Mitralklappenöffnungsfläche stehen:

Schweregrad I: Keine Beschwerden
Schweregrad II: Beschwerden (Atemnot) bei stärkerer Belastung
Schweregrad III: Atemnot schon bei leichter Belastung
Schweregrad IV: Ruhedyspnoe

In Anlehnung an SCHAUB und HAGER (52) wurden die klinischen Operationsresultate folgendermaßen bewertet:
1. sehr gut: Besserung um mehr als 2 Schweregrade oder Erreichen von Grad I.
2. gut: Besserung um 2 Schweregrade oder Erreichen von Grad II.
3. mäßig: Besserung um nur einen Schweregrad oder Nichterreichen von Grad II.
4. unverändert: Besserung um weniger als einen Schweregrad oder Gleichbleiben des Schweregrades.
5. schlecht: Fortschreiten der Erkrankung trotz Klappensprengung oder Spättodesfall.

II. Zusammensetzung des Krankengutes.

In den Jahren 1953-1959 wurden in der Marburger Chirurgischen Universitätsklinik insgesamt 186 Mitralklappensprengungen durchgeführt (Operateure: Prof. Dr. ZENKER, HEBERER, SCHWAIGER). Davon wurden 151 Patienten in der Marburger Medizinischen Klinik einer präoperativen Diagnostik unterzogen, dort postoperativ nachbehandelt und über längere Zeiträume beobachtet. Von 5 Patienten lagen keine präoperativen Daten vor, 30 Patienten wurden nicht nachuntersucht.

Von 95 Fällen standen die für die vorliegenden Untersuchungen erforderlichen vergleichbaren Röntgenaufnahmen zur Verfügung. Hierunter befanden sich 29 Männer und 66 Frauen. Die Kranken waren bei der Operation 16-49, meist 20-40 Jahre alt; das Durchschnittsalter lag zur Zeit der Operation bei 34 Jahren (Tabelle 1).

Alter in Jahren	unter 20	20 - 30	31 - 40	41 - 50	gesamt
♀	1	21	26	18	66
♂	2	9	14	4	29
♀ + ♂	3	30	40	22	95

Tabelle 1. Geschlecht des Krankengutes und Alter zum Zeitpunkt der Operation

Die kürzeste postoperative Beobachtungszeit, nach welcher die Röntgenbilder usw. zur Auswertung herangezogen wurden, betrug 5, die längste 64 Monate. Im Durchschnitt belief sie sich auf 15 Monate. Tabelle 2 zeigt eine Aufteilung der Patienten nach der Dauer der Beobachtungszeit.

Während der Beobachtungszeit ereigneten sich 2 Spättodesfälle. 2 Rekommissurotomien wurden erforderlich.

Beobachtungszeit in Monaten

	≤ 6	7 - 18	19 - 30	31 - 42	≥ 43	gesamt
Zahl d. Fälle	10	63	10	7	5	95

Tabelle 2. Aufschlüsselung der Patienten nach der Dauer der Beobachtungszeit

Den während der Operation erhobenen Tastbefunden zufolge (Tabelle 3) handelte es sich vorwiegend um reine Mitralstenosen und um solche mit geringer Begleitinsuffizienz der Mitralklappen. Die Verhältnisse hatten sich nach der Klappensprengung palpatorisch im Hinblick auf die Insuffizienz nicht wesentlich geändert.

Rückstrom	kein	gering	stark	sehr stark
Zahl der Fälle vor der Sprengung	62	20	6	7
Zahl der Fälle nach der Sprengung	53	28	8	6

Tabelle 3. Im linken Vorhof fühlbarer Rückstrom vor und nach Klappensprengung bei 95 Patienten

Die meisten Kranken (53%) gehörten vor der Klappensprengung dem Schweregrad III, 43% dem Grad II und nur 4% dem Grad IV an. Postoperativ waren 51% dem I., 45% dem II., 3% dem III. und nur 1% dem IV. Schweregrad zuzurechnen (Tabelle 4). Die Aufstellung enthält auch die anfängliche postoperative Klassifizierung der beiden Rezidive und der beiden Spättodesfälle.

Schweregrad	I	II	III	IV	gesamt
Zahl und % der Fälle a. op.		41 (43%)	50 (53%)	4 (4%)	95 (100%)
Zahl und % der Fälle p. op.	48 (51%)	43 (45%)	3 (3%)	1 (1%)	95 (100%)

Tabelle 4. Schweregrade prä- und postoperativ

Nach der von SCHAUB und HAGER (52) angegebenen Erfolgsbewertung zeigen 76% der Kranken mit reiner oder überwiegender Mitralstenose, bei denen auch die röntgenologischen Befunde verglichen werden können, eine sehr gute bis gute und 9% eine mäßige Besserung, während der Zustand postoperativ bei 12% unverändert blieb und bei 3% trotz Klappensprengung schlechter wurde (Tabelle 5).

Operationserfolg	Zahl der Fälle	% der Fälle
sehr gut	28	30
gut	44	46
mäßig	9	9
unverändert	11	12
schlecht	3	3

Tabelle 5. Aufteilung des Krankengutes nach klinischen Operationserfolgen

III. Untersuchungsergebnisse.

A. Klinisches Operationsergebnis und transversaler Herzdurchmesser.

Von den röntgenologischen Kriterien, die mit der Änderung des klinischen Befundes nach Kommissurotomie verglichen werden können, gibt der transversale Herzdurchmesser unter anderem etwaige Größenänderungen des linken Ventrikels sowie des rechten Herzens wieder. Eine Änderung nach Beseitigung der Mitralstenose ist dabei insofern zu erwarten, als die Druckbelastung des rechten Ventrikels abnimmt und die Füllung des linken Ventrikels besser wird.

Ordnet man das vorliegende Krankengut zunächst nach der Größe des transversalen Herzdurchmessers vor der Operation

(Tabelle 6), so ergeben sich etwa bei 2/3 der Beobachtungen Werte, die über der Norm liegen. In 42% der Fälle liegt präoperativ sogar eine deutliche Vergrößerung vor, während nur bei einer geringen Anzahl der transversale Herzdurchmesser die Hälfte der Thoraxbreite nicht erreicht.

Tr in % der Thoraxbreite	Zahl der Fälle	% der Fälle
≦ 50	21	22
51-53	16	17
54-56	18	19
57-59	11	12
≧ 60	28	30

Tabelle 6. Präoperative Querausdehnung des Herzens bei 94 Patienten mit reiner oder überwiegender Mitralstenose

Klin. Schweregrad a. op.	Tr in % von Th a. op. ≦ 50	51-53	54-56	57-59	≧ 60
II	67 (14)	56 (9)	44 (8)	18 (2)	28 (8)
III	33 (7)	44 (7)	56(10)	82 (9)	54(15)
IV	--	--	--	--	18 (5)
insgesamt	100 (21)	100(16)	100(18)	100(11)	100(28)

Tabelle 7. Transversaler Herzdurchmesser und Schweregrad vor der Operation. Prozentuale Verteilung der Schweregrade (Zahl der Fälle in Klammern)

Diese Vergrößerung des transversalen Herzdurchmessers ist, wie schon erläutert wurde, hauptsächlich auf die Dilatation des rechten Herzens zu beziehen. Dadurch erklären sich die

Korrelationen, die zwischen dem klinischen Schweregrad und der Herzgröße, hier dem transversalen Herzdurchmesser, vor der Operation bestehen (Tabelle 7).

Der transversale Durchmesser ist bei allen Patienten der Gruppe IV deutlich vergrößert, während Werte im Normbereich vorwiegend bei Mitralstenosen II. Grades gefunden werden. Der Anteil der Fälle mit Schweregrad II nimmt ab, je größer die Herzen sind. In vielen Fällen entspricht daher die deutliche Herzvergrößerung einem fortgeschrittenen Stadium der Erkrankung.

	Tr in % von Th vor Operation	
Op.-erfolg	≦ 57	≧ 58
sehr gut	24 (40%)	4 (10%)
gut	27 (47%)	16 (45%)
mäßig unverändert u. schlecht	7 (13%)	16 (45%)
insgesamt	58(100%)	36(100%)

Tabelle 8. Operationserfolg und Größe des transversalen Herzdurchmessers vor der Operation (Zahl und % der Fälle)

Eine zwangsläufige Abhängigkeit zwischen der Größe des transversalen Herzdurchmessers ante operationem und dem Operationserfolg besteht erwartungsgemäß nicht (Tabelle 8). Weder schließt ein großes Herz einen guten Erfolg noch ein kleines Herz einen mäßigen oder schlechten Erfolg von vornherein aus. Auffallend ist aber die geringe Zahl der sehr guten Erfolge und die Zunahme der nur mäßigen Besserungen, sowie der unveränderten und schlechten Befunde in der Gruppe mit den größeren Herzen im Vergleich zu der Gruppe mit den kleineren. Wenn der transversale Herzdurchmesser vor der Operation mehr als 57% der Thoraxbreite beträgt, ist bei den untersuchten Fällen ein sehr guter Erfolg nur noch in 11% der Fälle eingetreten gegenüber 40% sehr guter

Operationsresultate bei den Patienten, deren Transversaldurchmesser $\leq$ 57% ist. Gute Erfolge sind jedoch auch hier noch häufig zu beobachten. Somit sind die Aussichten auf eine entscheidende postoperative Besserung im Mittel umso geringer, je größer das Herz vor der Operation ist.

Postoperativ zeigt die Mehrzahl der Herzen keine wesentliche Änderung des transversalen Durchmessers (Tabelle 9), wenn als Änderung eine Abweichung von mindestens $\pm$ 4% gefordert wird. Nicht so häufig tritt eine Zu- oder Abnahme des transversalen Herzdurchmessers auf.

	Transversaldurchmesser p. op.		
Op.-erfolg	größer	unverändert	kleiner
sehr gut	6 (26%)	18 (33%)	4 (25%)
gut	5 (22%)	29 (53%)	9 (56%)
mäßig	4 (17%)	2 (3%)	3 (19%)
unverändert u. schlecht	8 (35%)	6 (11%)	-- --
insgesamt	23 (100%)	55 (100%)	16 (100%)

Tabelle 9. Postoperative Änderung des transversalen Herzdurchmessers und Operationserfolg bei 94 Patienten (Zahl und % der Fälle)

Stellt man dem Verhalten des transversalen Herzdurchmessers nach der Operation die klinischen Operationserfolge gegenüber, so ergibt sich nach Tabelle 9, daß diejenigen Fälle, bei denen die Herzbreite postoperativ unverändert bleibt oder abnimmt, zu mehr als 80%, diejenigen mit postoperativer Zunahme der Herzbreite aber nicht einmal zu 50% sehr gut oder gut gebessert sind. Bei postoperativer Abnahme des transversalen Herzdurchmessers wird mindestens ein mäßiges Ergebnis erzielt. In keinem Falle ist der Zustand unverändert oder schlechter. Die Patienten, die postoperativ keine Besserung oder gar eine Verschlechterung zeigen,

lassen sämtlich eine Größenzunahme oder ein Gleichbleiben des transversalen Herzdurchmessers erkennen.

Aus Tabelle 9 ist aber weiterhin ersichtlich, daß eine Größenzunahme des Transversaldurchmessers nach der Operation die Möglichkeit eines sehr guten oder guten Erfolges nicht ausschließt. Der transversale Herzdurchmesser beträgt im Durchschnitt nach der Operation 60% der Thoraxbreite in den Fällen mit sehr gutem bzw. gutem Operationserfolg, bei denen postoperativ eine Größenzunahme auftritt. Demgegenüber steigt er bei mäßigen bis schlechten Ergebnissen auf durchschnittlich 65% der Thoraxbreite an.

Im Hinblick auf die Frage, ob sich das Ausmaß der operativen Ostiumerweiterung auf die postoperative röntgenologische Umformung auswirkt, wurde das Krankengut nach der palpatorisch ermittelten Erweiterung des Ostiums durch die Sprengung aufgeschlüsselt (Tabelle 10). Bei 5 Fällen war das Ostium nach der Kommissurotomie um nur 1 cm^2 oder weniger weiter als vorher, während in 53 Fällen eine Erweiterung um 1,1-2,0 und in 36 Fällen sogar eine solche um 2,1-3,2 cm^2 erreicht wurde. In der letzten Gruppe wird man ceteris paribus die besten Erfolge erwarten dürfen, da eine ausreichende Klappenerweiterung Voraussetzung für ein gutes Operationsergebnis ist.

Tr nach Operation	Ausmaß der op. Klappenerweiterung (cm^2)			
	≤ 1,0	1,1-1,5	1,6-2,0	2,1-3,2
größer	40% (2)	26% (5)	24% (8)	22% (8)
unverändert	60% (3)	74% (14)	50% (17)	58% (21)
kleiner	--	--	26% (9)	20% (7)
insgesamt	100% (5)	100% (19)	100% (34)	100% (36)

Tabelle 10. Operative Klappenerweiterung und Verhalten von Tr nach der Operation bei 94 Patienten mit Mitralstenose

Bei den 24 Fällen, bei denen durch den Eingriff nur eine Ostiumerweiterung um 1,5 cm^2 oder weniger herbeigeführt wurde, kam es postoperativ nie zu einer Verkleinerung des Transversaldurchmessers (Tabelle 10), welche, wie oben dargelegt, als prognostisch günstiges Zeichen zu werten ist. In nahezu einem Drittel dieser Fälle wurde Tr sogar größer. Konnte das Mitralostium jedoch um mehr als 1,5 cm^2 erweitert werden, so nahm in rund 25% der Fälle der Transversaldurchmesser nach der Operation ab. Der prozentuale Anteil der Fälle mit zunehmendem Transversaldurchmesser verringerte sich in dieser Gruppe.

Nach dieser Gegenüberstellung hat das Ausmaß der Klappensprengung einen gewissen Einfluß auf das postoperative Verhalten des Transversaldurchmessers des Herzens, indem in vielen Fällen einer ausreichenden Klappenerweiterung eine günstige Entwicklung, d.h. Abnahme oder Gleichbleiben, des transversalen Durchmessers entspricht.

B. Klinisches Operationsergebnis und Verhalten des rechten und linken Medianabstandes nach der Operation.

In den Tabellen 11 und 12 wurde das Krankengut nach dem postoperativen Verhalten der Medianabstände Mr und Ml in 3 Gruppen eingeteilt.

Bei sehr guten und guten klinischen Operationsergebnissen zeigt der rechte Medianabstand in 51% der Fälle eine postoperative Verkleinerung und in nur 17% eine Vergrößerung. Demgegenüber findet sich bei mäßigen bis schlechten Operationsergebnissen nur in 30% der Fälle eine Verkleinerung und in 35% eine Vergrößerung von Mr nach der Klappensprengung. Der Anteil von mäßigen bis schlechten Ergebnissen ist am geringsten in der Gruppe, in der Mr postoperativ kleiner wird. Eine postoperative Größenzunahme von Mr kann aber nicht in jedem Falle als prognostisch ungünstig angesehen werden, da immerhin trotz postoperativen Größerwerdens von Mr bei 12 Patienten ein sehr gutes bis gutes Ergebnis zu beobachten ist (Tabelle 11).

Op.-erfolg	Rechter Medianabstand nach Operation: größer	unverändert (±0,3 cm)	kleiner	insgesamt
sehr gut u. gut	17% (12)	32% (23)	51% (36)	100% (71)
mäßig, unveränd.+ schlecht	35% (8)	35% (8)	30% (7)	100% (23)

Tabelle 11. Postoperatives Verhalten von Mr und klinischer Operationserfolg (94 Patienten, Zahl der Fälle in Klammern)

Op.-erfolg	Linker Medianabstand nach Operation: größer	unverändert (±0,3 cm)	kleiner	insgesamt
sehr gut u. gut	51% (36)	28% (20)	21% (15)	100% (71)
mäßig, unveränd.+ schlecht	61% (14)	26% (6)	13% (3)	100% (23)

Tabelle 12. Postoperatives Verhalten von Ml und klinischer Operationserfolg (94 Patienten, Zahl der Fälle in Klammern)

So geht auch aus Tabelle 12 hervor, daß bei sehr guten bis guten Operationserfolgen in 21% der Fälle der linke Medianabstand abnimmt, während er bei mäßigen bis schlechten Ergebnissen nur in 13% kleiner wird. Demgegenüber ergibt sich in der ersten Gruppe bei 51% und in der zweiten Gruppe bei 61% der Fälle eine Größenzunahme von Ml. Jedoch sind die Unterschiede bei Betrachtung von Ml weniger deutlich als bei Bezugnahme auf Mr.

C. Operationserfolg und Herzrechteck.

Das Krankengut wurde weiterhin laut Tabelle 13 entsprechend dem Verhalten des Herzrechtecks nach der Operation in 3 Gruppen aufgeteilt.

Herzrechteck p. op.	Zahl der Fälle	% der Fälle
kleiner	43	45
unverändert (±25 cm^2)	49	52
größer	3	3
insgesamt	95	100

Tabelle 13. Veränderung des Herzrechtecks nach operativer Mitralklappensprengung bei 95 Patienten

Bei etwa der Hälfte der Kranken ist die Herzgröße, an Hand des Herzrechtecks beurteilt, postoperativ unverändert geblieben (Tabelle 13). 45% der Fälle zeigen nach Kommissurotomie eine eindeutige Verkleinerung des Herzrechtecks. Selbst wenn man berücksichtigt, daß ein Teil der Verkleinerung von Br und somit auch des Herzrechtecks auf die Resektion des linken Herzohrs zurückzuführen ist, so bleibt doch eine größere Anzahl, bei der sich eine beträchtliche Verkleinerung abzeichnet. Etwa 50% dieser Fälle erfährt eine Verkleinerung um 40 cm^2 und mehr. Nur dreimal wird das Herzrechteck postoperativ größer.

Klinischer Op.-erfolg	Herzrechteck nach Operation			
	unverändert	kleiner	größer	insges.
sehr gut	17	11	—	28
gut	22	21	1	44
mäßig, unverändert u. schlecht	10	11	2	23

Tabelle 14. Operationserfolg und Herzrechteck nach Operation bei 95 Patienten mit Mitralstenose

Setzt man die Veränderungen des Herzrechtecks nach der Klappensprengung zum klinischen Operationserfolg in Beziehung (Tabelle 14), so fällt auf, daß in keinem der

28 Fälle mit sehr gutem Operationserfolg eine Vergrößerung des Herzrechtecks auftritt, während eine solche sich in 2 von 23 Fällen mit mäßigem bis schlechtem Ergebnis einstellt.

Bei 11 von 23 Kranken mit mäßigem bis schlechtem Operationserfolg ist zwar eine Verkleinerung des Herzrechtecks zu verzeichnen gegenüber 32 von 72 Fällen mit sehr gutem und gutem Erfolg. Eine Aufschlüsselung aber der 46 Patienten, deren Herzrechteck postoperativ eine Größenänderung erfährt, zeigt, daß bei sehr guten und guten Operationserfolgen die durchschnittliche Änderung - 42 cm^2, bei mäßigen bis schlechten Ergebnissen nur - 21 cm^2 beträgt. Es zeigt sich also auch hier, daß bei günstigen Operationsresultaten das Herz im Durchschnitt deutlicher kleiner wird als bei unbefriedigenden Ergebnissen. Im übrigen läßt sich aus dem postoperativen Verhalten des Herzrechtecks keine eindeutige Schlußfolgerung in Bezug auf den Operationserfolg ziehen.

D. Operationserfolg und röntgenologische Herzachse.

Den Untersuchungen über den transversalen Herzdurchmesser, den rechten und linken Medianabstand des Herzens und das Herzrechteck schließt sich eine Analyse der röntgenologischen Herzachse (N) an.

N°	vor Operation		nach Operation	
	Zahl der Fälle	Prozent	Zahl der Fälle	Prozent
26-30	2	2	9	10
31-35	6	7	27	30
36-40	39	43	33	36
41-45	24	26	18	20
46-51	20	22	4	4
ges.	91	100	91	100

Tabelle 15. Herzneigungswinkel (N) prä- und postoperativ bei 91 Patienten mit Mitralstenose

Ordnet man das Krankengut nach der Größe des Herzneigungswinkels (N) vor und nach Operation (Tabelle 15), so ist postoperativ eine deutliche Abnahme der Steil- und Schrägherzen zugunsten der Querherzen zu erkennen. Diese Verschiebung ist in erster Linie durch eine stärkere Rundung des linken Kammerbogens zu erklären und somit auf die postoperativ vermehrte Füllung des linken Ventrikels zu beziehen. Die präoperativ häufige Steilstellung der röntgenologischen Herzachse, bedingt durch den steil abfallenden linken Kammerbogen, erfährt dadurch eine Drehung nach links, was sich in einer Verkleinerung ihres Winkels gegenüber der Horizontalen ausdrückt.

Bei einem präoperativen Herzneigungswinkel zwischen 46° und 51° (Steilherzen) sind die Resultate der Klappensprengung am besten (Tabelle 16). Die Kranken dieser Gruppe zeigen in 45% der Fälle ein sehr gutes Ergebnis, gegenüber 28% und 25% in den Gruppen der Schräg- und Querherzen. Dementsprechend ist bei Steilherzen der geringste Anteil an mäßigen bis schlechten Ergebnissen zu verzeichnen. Am seltensten stellt sich eine eindrucksvolle, d.h. sehr gute Besserung des klinischen Befundes bei quergelagerten Herzen (26°-40°) ein. Gleichzeitig ist die Zahl der mäßigen bis schlechten Ergebnisse bei diesen Kranken relativ hoch.

N°	sehr gut	gut	mäßig unveränd., schlecht	insgesamt
26-40	25% (12)	50% (25)	25% (12)	100% (49)
41-45	28% (7)	40% (10)	32% (8)	100% (25)
46-51	45% (9)	40% (8)	15% (3)	100% (20)

Tabelle 16. Operationserfolg in Abhängigkeit von der Größe des Herzneigungswinkels vor der Operation (Prozent und Zahl der Fälle)

Nach diesen Ergebnissen scheint die Prognose nach Kommissurotomie bei Steilherzen besser zu sein als bei Schräg- und Querherzen. Dieses kann dadurch erklärt werden, daß die Steilstellung der Herzachse für die mitralkonfigurierten schmalen, wenig dilatierten Herzen typisch ist und meist einer reinen Mitralstenose entspricht, während Schräg- und Querherzen bei Mitralvitien verdächtig auf ein weiter fortgeschrittenes Stadium der Erkrankung, stärkere Myokardschädigung oder begleitende Mitralinsuffizienz sind, auf Umstände also, welche die Operationsaussichten verschlechtern.

ΔN	Operationserfolg	
	sehr gut, gut	mäßig, unverändert, schlecht
größer	9% (6)	4% (1)
unverändert	31% (22)	26% (6)
kleiner	60% (42)	70% (16)
insgesamt	100% (70)	100% (23)

Tabelle 17. Änderung des Herzneigungswinkels (ΔN) in den einzelnen Erfolgsgruppen bei 93 Patienten (Zahl der Fälle in Klammern)

Aus der postoperativen Änderung des Herzneigungswinkels ist keine Vorhersage des Operationserfolges möglich (Tabelle 17), da die einzelnen Erfolgsgruppen keine bemerkenswerten Unterschiede aufweisen.

E. Röntgenologische und elektrokardiographische Befunde.

Die elektrische Herzachse, deren Lage in der Frontalebene - abgesehen von Fällen mit Störungen im Reizleitungssystem - im wesentlichen vom Muskelmassenverhältnis der beiden Ventrikel abhängt, zeigt in dem hier ausgewerteten Krankengut präoperativ in 92% der Fälle eine Rechtsablenkung (Rechts- oder Steiltypen) und nur bei 3 Kranken einen Linkstyp (Tabelle 18). Die häufige Rechtsablenkung der elektrischen

Herzachse ist auf die bei Mitralstenose gewöhnlich vermehrte Rechtsbelastung des Herzens zu beziehen.

EKG-Typ	präoperativ Zahl der Fälle	präoperativ Prozent der Fälle	postoperativ Zahl der Fälle	postoperativ Prozent der Fälle
Rechts $\geq 90^{\circ}$	50	59	23	27
Steil $89^{\circ}-60^{\circ}$	28	33	33	39
Norm $59^{\circ}-30^{\circ}$	4	5	20	24
Links $29^{\circ}-0^{\circ}$	2	2	6	7
Überdrehter Links $-1^{\circ}- -60^{\circ}$	1	1	3	3
insgesamt	85	100	85	100

Tabelle 18. Aufteilung des Krankengutes nach den EKG-Lagetypen prä- und postoperativ

Nach der Operation tritt durch die Druckentlastung des rechten und die Volumenmehrbelastung des linken Ventrikels in vielen Fällen eine Linksdrehung der elektrischen Herzachse in Erscheinung, wobei ausgesprochene Rechts- und Steiltypen oft in Norm- und Linkstypen übergehen. Besonders deutlich ist der Rückgang der ausgeprägten Rechtstypen.

Abbildung 3 zeigt die Veränderung der elektrischen Herzachse nach Kommissurotomie. Die eingezeichnete 45°-Linie teilt die Ebene zwischen der QRS-Achse ante und post operationem in 2 Hälften, wobei alle Punkte oberhalb der 45°-Linie eine postoperative Abnahme des Winkels von QRS, d.h. eine Linksdrehung der elektrischen Herzachse, die Punkte unterhalb der 45°-Linie eine Zunahme, d.h. eine Rechtsdrehung anzeigen. Da die Mehrzahl der Punkte oberhalb der 45°-Linie liegt, erfährt in den meisten Fällen die Herzachse nach der Klappensprengung eine Linksdrehung.

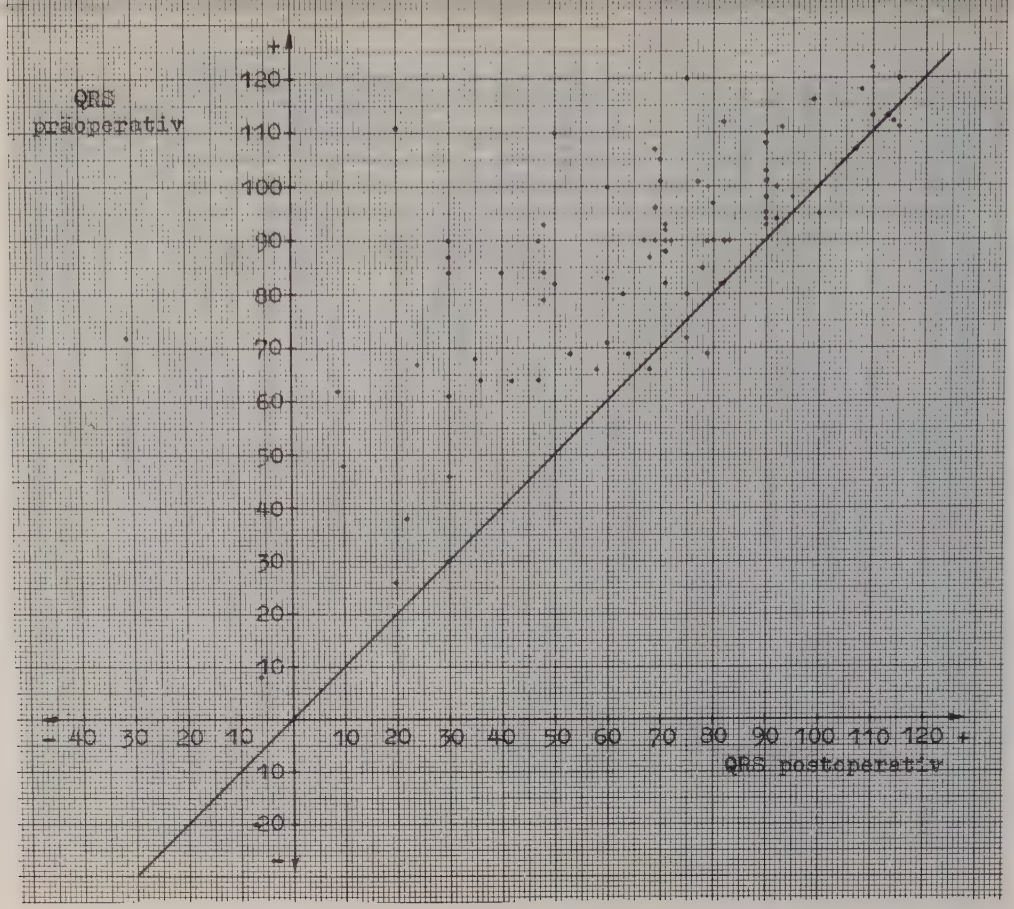

Abb. 3. Maximaler QRS-Vektor vor und nach Klappensprengung bei Mitralstenose

Da die Änderung der elektrischen Herzachse Ausdruck der veränderten Druck- und Volumenbelastung des rechten und linken Herzens und deren Rückwirkung auf die Muskelmassen beider Ventrikel ist, sollen die Beziehungen der Achsenlage zum Operationserfolg untersucht werden (Tabelle 19).

Op.-erfolg	Postoperative Änderung ∢ QRS: Linksdrehung		Rechtsdrehung u. keine Änderung	
	Zahl	Prozent der Fälle	Zahl	Prozent der Fälle
sehr gut	24	36	3	16
gut	28	43	9	47
mäßig u. unverändert	14	21	4	21
schlecht	--	--	3	16
insgesamt	66	100	19	100

Tabelle 19. Postoperative Änderung von QRS und Operationserfolg

Eine postoperative Linksdrehung des QRS-Hauptvektors entspricht eher einem guten klinischen Operationsergebnis und ist als prognostisch günstiger zu bewerten als Rechtsdrehung oder unveränderte Lage. Dreht sich der QRS-Hauptvektor postoperativ nach links, so ist in 36% der Fälle ein sehr gutes und in keinem Fall ein schlechtes Ergebnis zu verzeichnen. Demgegenüber wird bei unverändertem QRS-Hauptvektor oder gar einer Rechtsdrehung nur in 16% der Fälle ein sehr gutes und in 16% ein schlechtes Ergebnis erzielt.

Bemerkenswert ist in diesem Zusammenhang auch, daß bei 2 Spättodesfällen und bei der Patientin, die postoperativ eine Verschlechterung ihres Zustandes erlitt, eine Linksdrehung der elektrischen Herzachse nicht zu erfassen ist. Präoperativ beträgt der QRS-Winkel in diesen 3 Fällen 112°,

111° und 95°, postoperativ 114°, 115° und 100°.

Tabelle 20 zeigt das Verhalten der elektrischen Herzachse in den 2 Fällen, bei denen eine Rekommissurotomie erforderlich wurde, weil das Ergebnis des ersten Eingriffs schlecht war bzw. nach vorübergehender Besserung wieder eine Verschlechterung auftrat. Übereinstimmend blieb nach der ersten Operation weiterhin eine Rechtsablenkung der elektrischen Herzachse bestehen, langsam zunehmend bis zur zweiten Operation. Dagegen hatte die zweite Klappensprengung eine Besserung des klinischen Zustandes und eine deutliche Linksdrehung der elektrischen Herzachse zur Folge. Auch aus diesen Beispielen erhellt, daß zwischen der Lage des QRS-Hauptvektors und dem klinischen Befund Beziehungen bestehen.

Pat. M. G., 43 J.	
Datum	QRS
15. 6. 53	90°
1. Op.	
11. 11. 55	96°
8. 5. 56	100°
10. 1. 57	103°
19. 1. 59	106°
2. Op.	
21. 2. 59	30°
23. 4. 59	45°

Pat. I. R., 28 J.	
Datum	QRS
23. 3. 53	95°
1. Op.	
30. 7. 55	80°
4. 2. 56	82°
14. 3. 56	85°
12. 3. 57	90°
2. Op.	
4. 7. 57	65°
14. 10. 57	55°

Tabelle 20. Elektrische Herzachse vor und nach Kommissurotomie bzw. Rekommissurotomie

Ein Vergleich zwischen der postoperativen Drehung der röntgenologischen und der elektrokardiographischen Herzachse ergibt zwar in vielen Fällen eine Parallelität, indem sich sowohl röntgenologisch als auch elektrokardiographisch

eine Linksdrehung zeigt. Es finden sich aber auch bei röntgenologisch gleichbleibender oder rechtsgedrehter Achse Fälle mit Linksachsendrehung im EKG, wie es umgekehrt bei unveränderter EKG-Achse alle Möglichkeiten des röntgenologischen Verhaltens gibt (Tabelle 21). Abbildung 4 zeigt die mangelnde Übereinstimmung in allen ausgewerteten Fällen.

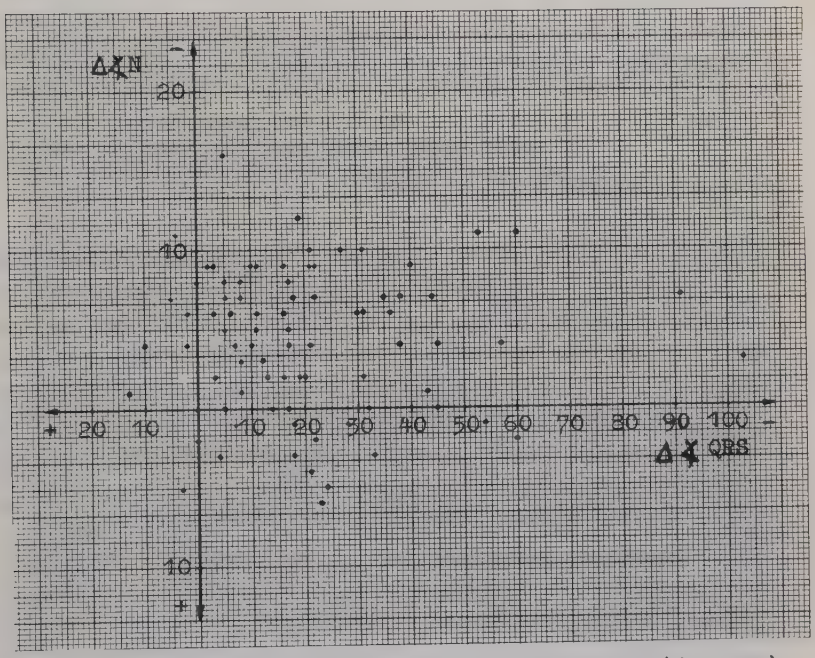

Abb. 4. Postoperative Änderung der elektrischen (Δ ∢ QRS) und röntgenologischen (Δ ∢ N) Herzachse

Es verhalten sich also röntgenologische und elektrische Herzachse nach der Operation durchaus nicht gleichsinnig. Die Abnahme des Herzneigungswinkels, d.h. eine mehr Schräg- und Querstellung des Herzens, dürfte in vielen Fällen lediglich durch lokale, mit dem Operationstrauma zusammenhängende Veränderungen bedingt sein. Ihr kommt daher eine geringere prognostische Bedeutung zu als der durch die verbesserte Hämodynamik hervorgerufenen Linksdrehung der elektrischen Herzachse.

N postoperativ	QRS postoperativ Re.-drehung	unverändert	Li.-drehung
Re.-drehung	20% (1)	20% (2)	6% (4)
unverändert	20% (1)	40% (4)	37% (26)
Li.-drehung	60% (3)	40% (4)	57% (40)
insgesamt	100% (5)	100%(10)	100% (70)

Tabelle 21. Röntgenologischer Herzneigungswinkel (N) in verschiedenen postoperativen Gruppen der elektrischen Herzachse QRS. 85 Fälle (Zahl der Fälle in Klammern)

Eine bessere Korrelation zwischen elektrokardiographischem und röntgenologischem Befund läßt sich beim Vergleich der elektrischen Herzachse mit der relativen Rechtsausweitung des Herzens (Th/Mr) feststellen. Es besteht nämlich sowohl prä- als auch postoperativ eine deutliche Beziehung zwischen dem Winkel von QRS und dem Quotienten Th/Mr. Vor der Kommissurotomie ist die relative Rechtsausweitung des Herzens durchschnittlich um so kleiner, je größer der Winkel von QRS ist, d.h. aber, daß die tatsächliche Rechtsausdehnung des Herzens mit zunehmendem Winkel von QRS größer wird. Das Gesagte gilt auch für die Verhältnisse nach der Operation (Tabelle 22).

∢QRS (°) präoperativ	≧ 90	89-60	≦ 59
Th/Mr präoperativ	5,0	5,8	6,0
∢QRS (°) postoperativ	≧ 90	89-60	≦ 59
Th/Mr postoperativ	5,2	5,9	6,0

Tabelle 22. Prä- und postoperatives Verhalten der relativen Rechtsausweitung des Herzens in Beziehung zum größten QRS-Vektor (85 Patienten)

Der postoperativen Linksdrehung der elektrischen Herzachse entspricht in vielen Fällen (61%) eine Abnahme der Rechtsverbreiterung im Röntgenbild, d.h. eine Zunahme des Quotienten Th/Mr (Tabelle 23). Das ist ein weiterer Hinweis dafür, daß die postoperative Linksdrehung der elektrischen Herzachse als günstiges Zeichen anzusehen ist. Bei postoperativer Rechtsdrehung oder Gleichbleiben der elektrischen Herzachse ist nur in 29% der Fälle eine Abnahme der Rechtsausdehnung des Herzens zu verzeichnen, während Mr in den übrigen Fällen unverändert bleibt oder zunimmt.

Th/Mr postop.	QRS-Hauptvektor postoperativ Li.-drehung	Re.-drehung u. keine Drehung
größer	61% (40)	29% (6)
unverändert	21% (14)	38% (8)
kleiner	18% (12)	33% (7)
insgesamt	100% (66)	100% (21)

Tabelle 23. Postoperative Änderung der relativen Rechtsausweitung in Beziehung zur postoperativen Änderung des QRS-Hauptvektors bei 87 Patienten (Zahl der Fälle in Klammern)

F. Relative Rechtsausweitung, andere Kreislaufgrößen, elektrokardiographische Befunde und klinischer Operationserfolg.

Das beste objektive Kriterium für die Rechtsbelastung des Mitralherzens ist die durch Herzkatheterung ermittelte Höhe des systolischen Druckes im kleinen Kreislauf. Der normalerweise bei höchstens 30 mm Hg liegende systolische Druck im rechten Ventrikel ist bei einer großen Anzahl der hier beschriebenen Kranken vor der Operation erhöht (Tabelle 24): 64% der Fälle zeigen Werte über 40 mm Hg, die als eindeutig pathologisch bezeichnet werden müssen.

Syst. Druck re. Ventrikel (mm Hg)	Zahl der Fälle	% der Fälle
20-40	30	36
41-60	23	27
61-80	13	16
81-100	7	8
> 100	11	13
insgesamt	84	100

Tabelle 24. Präoperativ ermittelte systolische Druckwerte im rechten Ventrikel bei 84 Mitralstenosen

Ordnet man die durchschnittliche relative Rechtsausweitung (Th/Mr) vor der Operation nach der systolischen Druckhöhe im rechten Ventrikel, so zeigt sich eine Abhängigkeit insofern, als die Rechtsausweitung mit zunehmendem Druck im Mittel größer wird (Tabelle 25). Im Einzelfall besteht aber auch hier eine weite Streuung (Abb. 5).

Syst. Druck re. Ventrikel präop. (mm Hg)	20-40	41-60	≧ 61
Th/Mr präoperativ	5,5	5,4	5,1
Th/Mr postoperativ	5,5	6,0	5,4

Tabelle 25. Relative Rechtsausweitung des Herzens vor und nach Klappensprengung bei verschieden hohem präoperativen systolischen Druck im rechten Ventrikel

Eine wesentliche Änderung der durchschnittlichen relativen Rechtsausladung nach der Klappensprengung fehlt bei den Patienten, deren systolischer Druck im rechten Ventrikel präoperativ nicht oder nur gering erhöht ist. In diesen

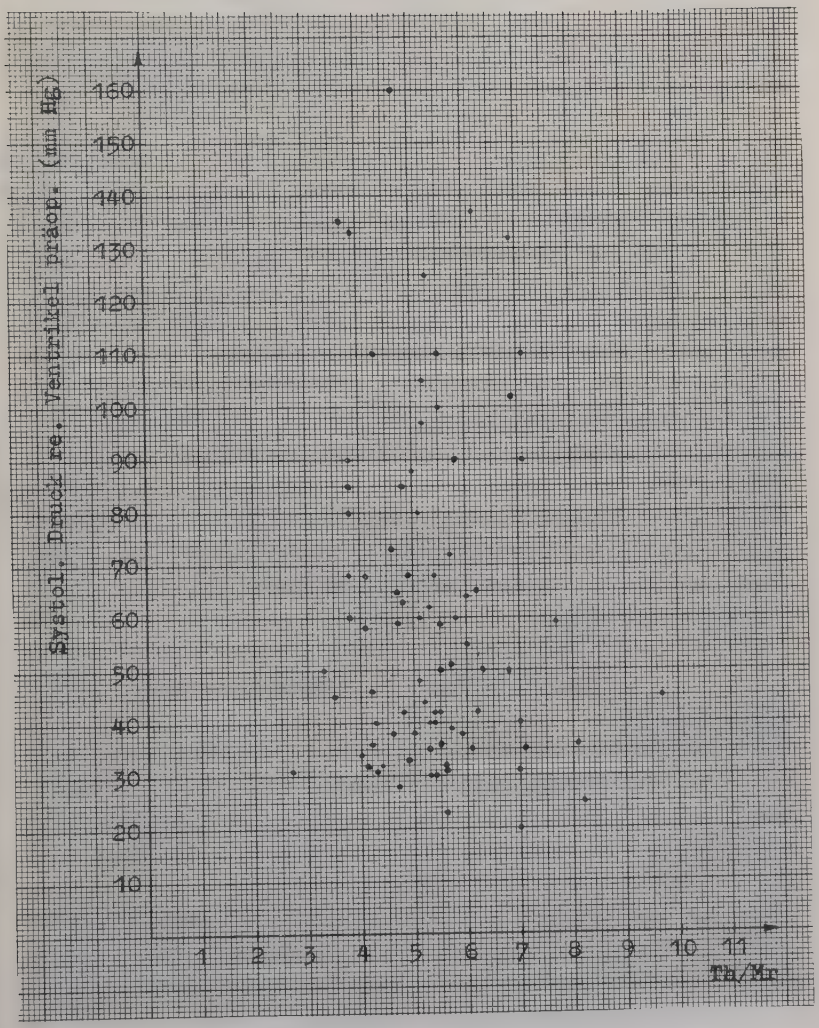

Abb. 5. Relative Rechtsausweitung des Herzens (Th/Mr) und systolischer Druck im rechten Ventrikel (mm Hg) vor Kommissurotomie bei Mitralstenose

Fällen dürfte der postoperative Druckabfall im kleinen Kreislauf nur unbedeutend gewesen sein, so daß wesentliche Rückwirkungen der Klappensprengung auf das rechte Herz nicht zustande kamen. Es entsprechen also postoperativ wahrscheinlich wenig oder gar nicht veränderten Druckverhältnissen postoperativ unveränderte Röntgenbilder.

Die günstigsten Ergebnisse hinsichtlich des röntgenologischen Befundes sind bei einem präoperativen Druck von 41-60 mm Hg im rechten Ventrikel eingetreten. Hier sind die deutlichsten Zeichen der Abnahme der Rechtsverbreiterung des Herzens zu erfassen. Geringer sind die postoperativen röntgenologischen Zeichen verminderter Rechtsbelastung bei Druckwerten über 60 mm Hg vor dem Eingriff.

Beobachtet man die postoperative Entwicklung des QRS-Hauptvektors (Tabelle 26), so liegt auch hier das günstigste Ergebnis in der Gruppe mit präoperativ systolischen Druckwerten im rechten Ventrikel von 41-60 mm Hg, wenn auch keine großen Unterschiede in bezug auf die postoperative Änderung der elektrischen Herzachse innerhalb der 3 Gruppen bestehen.

Änderung ∢ QRS postoperativ	Systol. Druck re. Ventrikel präop. (mm Hg) 20-40	41-60	≧ 61
Li.-drehung	80% (25)	84% (16)	70% (19)
Re.-drehung u. unverändert	20% (6)	16% (3)	30% (8)
insgesamt	100% (31)	100% (19)	100% (27)

Tabelle 26. Postoperative Drehung des QRS-Hauptvektors und systolischer Druck im rechten Ventrikel vor Operation (77 Patienten)

Es ist nun zu prüfen, ob bei den Fällen mit den besten röntgenologischen Resultaten auch die besten klinischen Erfolge zu verzeichnen sind.

Op.-erfolg	Systol. Druck re. Ventrikel präop. (mm Hg) 20-40	41-60	≧ 61
sehr gut u. gut	74% (22)	83% (19)	74% (23)
mäßig, unverändert, schlecht	26% (8)	17% (4)	26% (8)
insgesamt	100% (30)	100% (23)	100% (31)

Tabelle 27. Präoperativer Druck (systolisch) im rechten Ventrikel und Operationserfolg. 84 Patienten (Zahl der Fälle in Klammern)

In der Tat ist das klinische Resultat bei präoperativer Druckhöhe zwischen 41 und 60 mm Hg in 83% der Fälle sehr gut oder gut (Tabelle 27). Die Patienten, die präoperativ niedrigere oder höhere Drucke aufweisen, verzeichnen in 74% sehr gute oder gute Erfolge. Bei stärkerer Druckerhöhung ist jedoch der prozentuale Anteil der sehr guten Ergebnisse mit 19% gegenüber den beiden anderen Gruppen bedeutend geringer. Das Kollektiv mit den meisten sehr guten und guten Ergebnissen, zugleich dasjenige mit den günstigsten Röntgenresultaten, weist auch im Verhältnis zu den beiden anderen Gruppen einen etwas geringeren Anteil an mäßigen bis schlechten Ergebnissen auf.

Es scheint demnach der Grad der postoperativen Abnahme der Rechtsausweitung des Herzens in beschränktem Maße prognostisch für den Operationserfolg bezeichnend zu sein, wenn auch keine enge Korrelation besteht.

Tabelle 28 bestätigt einen gewissen Zusammenhang zwischen röntgenologischen und klinischen Veränderungen. Bei Abnahme von Mr sind die Ergebnisse bei 82% der Fälle sehr gut und gut, bei Gleichbleiben oder Zunahme von Mr hingegen nur bei 66%. Dementsprechend ergeben sich bei postoperativer Zunahme oder Gleichbleiben von Mr 34% mäßige bis schlechte Ergebnisse gegenüber nur 18% bei Abnahme von Mr.

Op.-erfolg	Rechter Medianabstand postop. größer u. unverändert	kleiner
sehr gut u. gut	66% (28)	82% (42)
mäßig, unverändert, schlecht	34% (14)	18% (9)
insgesamt	100% (42)	100% (51)

Tabelle 28. Operationserfolg und postoperatives Verhalten von Mr. 93 Patienten (Zahl der Fälle in Klammern)

Auch der Venendruck im großen Kreislauf steht in Beziehung zur relativen Rechtsausweitung des Herzens. Der nach MORITZ-TABORA gemessene Venendruck ist bei Mitralstenose erhöht, sobald der diastolische Druck in der rechten Kammer und damit der Druck im rechten Vorhof ansteigt, d.h. sobald es zur Rechtsinsuffizienz kommt. Auch bei Trikuspidalklappeninsuffizienz pflegt der venöse Druck anzusteigen. Tabelle 29 zeigt, daß der präoperativ bei einer relativ kleinen Anzahl von Kranken deutlich erhöhte venöse Druck nach der Klappensprengung häufig abfällt, manchmal bis zur Norm.

Venendruck (mm H_2O)	präoperativ Zahl der Fälle	präoperativ Prozent der Fälle	postoperativ Zahl der Fälle	postoperativ Prozent der Fälle
bis 100	49	54	52	58
101-150	27	30	32	36
151-200	11	12	5	5
über 200	3	4	1	1
insgesamt	90	100	90	100

Tabelle 29. Venendruck bei 90 Kranken mit Mitralstenose prä- und postoperativ

Ist der Venendruck vor der Operation deutlich erhöht, so ist der Quotient Th/Mr im Mittel kleiner, die Rechtsausweitung des Herzens also größer als bei geringer Steigerung oder normalem Druck (Tabelle 30). Das erklärt sich daraus, daß bei zunehmender Rechtsdekompensation sowohl Venendruck als auch Größe des rechten Ventrikels und Vorhofes zunehmen. Dasselbe gilt für die Verhältnisse nach Kommissurotomie (Tabelle 30).

Venendruck (mm H_2O) präop.	bis 100	101-150	über 150
Th/Mr präoperativ	5,5 (49)	5,8 (28)	4,3 (16)

Venendruck (mm H_2O) postop.	bis 100	101-150	über 150
Th/Mr postoperativ	5,9 (48)	5,6 (33)	4,5 (8)

Tabelle 30. Quotient Th/Mr bei zunehmendem Venendruck vor und nach Operation (in Klammern die Zahl der Fälle, die der Berechnung des Durchschnittswertes zugrundeliegen)

Abnahme des Venendrucks und der Rechtsausdehnung des Herzens sind also wichtige Zeichen verminderter postoperativer Rechtsbelastung. Wie Tabelle 31 zeigt, sind die Operationsergebnisse ungleich schlechter bei weiterhin erhöhtem Venendruck als bei postoperativ nicht oder nur mäßig erhöhten Werten.

Operationserfolg	Venendruck postoperativ (mm H_2O) bis 100	101-149	über 149
sehr gut u. gut	82% (42)	78% (25)	33% (3)
mäßig, unverändert, schlecht	18% (9)	22% (7)	67% (6)
insgesamt	100% (51)	100% (32)	100% (9)

Tabelle 31. Operationserfolg und postoperative Höhe des Venendruckes. 92 Patienten (Zahl der Fälle in Klammern)

Neben der Venendrucksteigerung sind periphere Ödeme und Lebervergrößerung Hinweise für ein Versagen des rechten Herzens. Aus Tabelle 32 wird deutlich, daß die Rechtsdekompensationszeichen nach Operation vielfach nicht mehr so ausgesprochen sind wie vorher. Die Zahl der Kranken ohne Zeichen der Rechtsdekompensation steigt von präoperativ 16 auf postoperativ 35 an, während die Fälle mit ausgeprägter Dekompensation von 21 auf 6 heruntergehen. Hieraus läßt sich u. a. auf eine durch die Klappensprengung hervorgerufene verbesserte Funktion des rechten Herzens schließen.

	Rechtsdekompensationszeichen				
	keine	gering	deutlich	ausgeprägt	insges.
präoperativ	17% (16)	13% (12)	48% (45)	22% (21)	100% (94)
postoperativ	37% (35)	23% (21)	34% (32)	6% (6)	100% (94)

Tabelle 32. Rechtsdekompensationszeichen vor und nach Operation. 94 Patienten (Zahl der Fälle in Klammern). Keine: Weder Ödeme noch Lebervergrößerung. Gering: Angedeutete Ödeme oder Lebervergrößerung bis 2 Querfinger. Deutlich: Ödeme und Lebervergrößerung. Ausgeprägt: Starke Ödeme und erhebliche Lebervergrößerung

In der Bestimmung der Kreislaufzeiten nach dem von BOCK und FINK (8) angegebenen Verfahren ist eine weitere Methode zur Überprüfung des Kreislaufverhaltens gegeben. Die Ätherzeit ist Ausdruck der Schöpfleistung des rechten Ventrikels, die Lungenverweilzeit (Decholinzeit minus Ätherzeit) ein Maß für die Förderleistung des linken Herzens. Mit zunehmender Dekompensation des rechten Ventrikels kommt es daher zu einer Verlängerung der Ätherzeit.

Vor der Operation liegt die Ätherzeit in 77 von 88 Fällen des ausgewerteten Krankengutes über dem von BOCK und FINK (8) angegebenen Normalwert von 5,6 sec.. Postoperativ verkürzt sie sich in 51 Fällen, was für eine

verbesserte Funktion in erster Linie des rechten Herzens spricht. Im allgemeinen ist mit besseren Operationsergebnissen zu rechnen, wenn die Ätherzeit nach der Operation abnimmt oder gleichbleibt (Tabelle 33).

Operationserfolg	Ätherzeit postoperativ unverändert u. kürzer	länger
sehr gut	35% (21)	23% (5)
gut	43% (26)	40% (9)
mäßig, unverändert, schlecht	22% (13)	37% (8)
insgesamt	100% (60)	100% (22)

Tabelle 33. Operationserfolg und postoperatives Verhalten der Ätherzeit. 82 Patienten (Zahl der Fälle in Klammern)

In 56 von 85 Fällen überschreitet die Lungenverweilzeit vor der Kommissurotomie den Normbereich von 4 bis 7 sec.. Eine Verkürzung stellt sich postoperativ nach Rückgang der Lungenstauung 55mal ein. Die durchschnittliche Lungenverweilzeit von 9,3 sec. vor der Operation verringert sich auf 7,9 sec. nach dem Eingriff.

Präoperativ besteht eine deutliche Beziehung zwischen der Richtung der elektrischen Herzachse und der durchschnittlichen Kreislaufzeit, indem die Lungenverweilzeit um so länger ist, je weiter die elektrische Herzachse nach rechts abweicht (Tabelle 34). Diese Beziehung ist nach der Klappensprengung nicht mehr vorhanden. Die durchschnittliche Lungenverweilzeit entwickelt sich in allen Gruppen in Richtung zur Norm und wird auch in den Fällen kürzer, in denen das EKG nach der Operation rechtstypisch bleibt. Daraus ist wahrscheinlich zu erkennen, daß die verbesserte Hämodynamik nicht immer durch eine postoperative Linksdrehung der elektrischen Herzachse gekennzeichnet ist.

∢ QRS (°) präoperativ	≥ 90	89-60	59- -60
Lungenverweilzeit präop. (sec.)	11,0	9,7	7,5

∢ QRS (°) postoperativ	≥ 90	89-60	59- -60
Lungenverweilzeit postop. (sec.)	7,7	8,2	7,3

Tabelle 34. Lungenverweilzeit und Richtung der elektrischen Herzachse vor und nach Kommissurotomie (75 Patienten mit Mitralstenose)

IV. Besprechung der Ergebnisse.

Bei der Mitralstenose treten Größen- und Formänderungen des Herzens als Folge des valvulären Strombahnhindernisses und als Ausdruck der Kompensationsvorgänge des Kreislaufs zur Überwindung dieses Hindernisses auf.

In der vorliegenden Arbeit wird versucht, die im Gefolge einer Mitralklappensprengung sich ergebenden und im Röntgenbild sichtbar werdenden Größen- und Lageänderungen des Herzens an Hand prä- und postoperativer Sagittalaufnahmen zu verfolgen, sie mit anderen Kreislaufgrößen sowie klinischen und elektrokardiographischen Befunden zu vergleichen und sie hinsichtlich des erzielten Operationserfolges auszuwerten. Diese Untersuchung ist insofern von Bedeutung, als dem allgemeinen klinischen Erfolg der Operation, der in einer postoperativen Verschiebung des Gesamtkrankengutes von den schwereren zu den leichteren Graden der Erkrankung zum Ausdruck kommt, unbedingt objektive Kriterien des Operationserfolges, wie Röntgen- und EKG-Befunde, zur Seite gestellt werden müssen.

Die Kranken des verwerteten Kollektivs mit reiner oder überwiegender Mitralstenose zeigen nach der Klappensprengung in 76% eine sehr gute bis gute und in 9% nur eine mäßige Besserung, während der Zustand bei 12% unverändert

bleibt und bei 3% trotz Klappensprengung schlechter wird.

Die Ergebnisse am Marburger Krankengut zeigen eine gute Übereinstimmung mit den in der Literatur angegebenen. So berichten McAFEE und BIONDETTI (1) von sehr guten und guten Operationserfolgen in 78 von 93 Fällen (84%). Bei 9 Patienten verzeichnen sie keinen Erfolg. Dazu kommen 6 Spättodesfälle. Bei Untersuchung von 400 Patienten beschreiben D'ALLAINES und BLONDEAU (2) in 66% ein ausgezeichnetes oder gutes, in 27% ein befriedigendes bis mittelmäßiges und in nur 7% ein schlechtes Operationsresultat. BAKER u. Mitarb. (4) geben an Hand von 49 Kranken folgende Erfolgsbeurteilung: sehr gut und gut 32 Fälle (66%), mäßig bis schlecht 9 Fälle (18%) und 8 Spättodesfälle (16%). COELHO (14) verzeichnet in 67 bis 70% der Fälle ein sehr gutes bis gutes Ergebnis. F. H. ELLIS u. Mitarb. (17) geben bei 131 Klappensprengungen 120 Überlebende und insgesamt bei 72,5% der Operierten eine ausgezeichnete oder doch deutliche Besserung an. L. B. ELLIS u. Mitarb. (19) teilen bei einer Untersuchungsreihe von 1000 Patienten, die sie 2 bis 9 Jahre nach der Klappensprengung beobachteten, bei 96% der Gruppe II und III und bei 55% der Gruppe IV eine Besserung mit. Die Nachuntersuchung 22operierter Patienten zeigt bei FERRER (21) in 13 Fällen ein ausgezeichnetes oder gutes Ergebnis, bei 3 Fällen keine Änderung und 6 Spättodesfälle. LIKOFF und URICCHIO (40) geben beurteilt nach den Aussagen der Patienten in 28% der Fälle eine bemerkenswerte, in 27% eine mäßige und in 17% eine geringe Besserung an. Bei 25% der Fälle ist der Zustand postoperativ gegenüber präoperativ unverändert, in 3% eine Verschlechterung eingetreten. OTTO u. Mitarb. (47) beobachteten in 56% der Fälle eine bedeutende, in 21% eine mäßige und in 20% nur eine geringe Besserung, keine Änderung in 3% der Fälle. Die Ergebnisse von 130 nachuntersuchten Patienten teilen SCHAUB und HAGER (52) mit: sehr gut 33 Fälle (26%), gut 53 Fälle (42%), mäßig 15 Fälle (11%), unverändert 15 Fälle (11%), gestorben 14 Fälle (10%). SCHLEGEL (53) stellt die Operationserfolge bei insgesamt 3534 Kommissurotomien aus der Weltliteratur zusammen und kommt dabei auf 83% sehr gute und gute Erfolge und 17%

mäßige bis schlechte Ergebnisse.

Die postoperativen röntgenologischen Veränderungen der Herzform sind in der Hauptsache Ausdruck der infolge Beseitigung des valvulären Stromhindernisses erleichterten Vorhofentleerung, des vermehrten Zustroms zum linken Ventrikel und der verringerten Druckbelastung des rechten Herzens (STEIN (55)).

Bei etwa 2/3 aller Patienten der ausgewerteten Untersuchungsserie liegt die präoperative Herzgröße gemessen am transversalen Herzdurchmesser über der Norm. WILLIAMS u. Mitarb. (61) fanden eine Herzvergrößerung bei 25 von 52 Fällen. MUSSHOFF (41) führte volumetrische Bestimmungen der Herzgröße durch, wobei er in vielen Fällen präoperativ eine Herzvergrößerung feststellte, bei reinen Mitralstenosen mit Rechtsdekompensation erheblicher als bei solchen ohne muskuläre Rechtsinsuffizienz.

Die am Marburger Krankengut angestellten Untersuchungen lassen eine Korrelation zwischen der Größe des transversalen Herzdurchmessers und dem klinischen Schweregrad vor der Klappensprengung erkennen. Der transversale Herzdurchmesser aller Patienten der Gruppe IV ist deutlich vergrößert, während Werte im Normbereich vorwiegend bei Mitralstenosen II. Grades zu finden sind. Daß die deutliche Herzvergrößerung vielfach einem fortgeschrittenen Stadium der Erkrankung entspricht, wurde u. a. auch von BAKER (4) nachgewiesen.

Eine direkte Abhängigkeit zwischen der Größe des transversalen Herzdurchmessers vor der Operation und dem Operationserfolg findet sich nicht, so daß ein großes Herz ein gutes und ein kleines Herz ein mäßiges oder schlechtes Ergebnis keineswegs von vornherein ausschließt. Jedoch sind die Operationserfolge bei präoperativ kleineren Herzen im Durchschnitt besser als bei den größeren. Beträgt der transversale Herzdurchmesser vor der Operation mehr als 57% der Thoraxbreite, so kommt ein sehr guter Operations-

erfolg nur in 11% der Fälle zustande, gegenüber 40% bei Patienten, deren Transversaldurchmesser vor der Operation 57% der Thoraxbreite nicht erreicht. Über ähnliche Erfahrungen berichten BAKER (4), MAHA (41) und RISS (50). Im Krankengut von TURNER u. Mitarb. (59) sind die Operationserfolge in 82% der Fälle mit einem Transversaldurchmesser des Herzens unter 55% der Thoraxbreite, aber nur in 51% mit Tr/Th von mehr als 60% gut. Somit sind die Aussichten auf eine entscheidende postoperative Besserung um so geringer, je größer das Herz vor der Operation ist.

Beurteilt nach dem postoperativen Verhalten des transversalen Herzdurchmessers und des Herzrechteckes zeigt die Mehrzahl der Herzen postoperativ keine Größenänderung. Nur bei einem kleinen Anteil entsteht postoperativ eine Größenabnahme. Eine Größenzunahme nach Kommissurotomie stellt sich bei unseren Patienten aufgrund des Transversaldurchmessers 24mal und des Herzrechteckes nur 3mal ein. Ebenso betonen BAKER (4), BIÖRK (7), BOLTON (10), BUSCH (12), GARY (23), GLOVER (24, 25), HAUCH (28), HOFFMANN (32), JANTON (34), LIKOFF (40), NISSEN (45) und OTTO (47), daß bei der Mehrzahl der postoperativ verfolgten Patienten keine wesentliche Änderung der Herzgröße auftritt.

Die weitgehend unveränderte Herzgröße nach Klappensprengung kann als positives Operationsergebnis gewertet werden, wenn man davon ausgeht, daß das Herz mit zunehmender Dekompensation gewöhnlich an Volumen zunimmt. BOCK und SCHÖLMERICH (9) und viele andere sehen die Herzvergrößerung als ein frühes kardiales Dekompensationsmerkmal an, und McAFEE (1) ist der Ansicht, daß die Patienten mit postoperativ gleichbleibender Herzgröße sehr wahrscheinlich ohne Operation eine weitere Herzvergrößerung bekommen hätten. Dementsprechend berichtet JANTON (34), daß vor der Operation und bei nicht operierten Mitralstenosen die Herzen in der Regel eine zunehmende Vergrößerung erfahren, während bei 87% der operierten Patienten die Herzgröße gleichbleibt oder abnimmt. Die bisherigen postoperativen Intervalle sind allerdings noch zu kurz, um zu der

prognostischen Bedeutung der Herzgröße nach Mitralklappensprengung endgültig Stellung nehmen zu können.

GARY (23) beobachtete eine deutliche klinische Besserung besonders in den Fällen, in denen postoperativ eine Verkleinerung des Herzens auftrat. Ebenfalls fand McAFEE (1), daß bei den nicht gebesserten Patienten in keinem Falle die Herzgröße abnahm und daß eine Zunahme der Herzgröße sich häufiger bei schlechten Operationsergebnissen einstellte. Andererseits teilt NISSEN (45) Fälle mit, die klinisch eine eindeutige Besserung zeigen, obwohl die Herzgröße postoperativ zunimmt. OTTO u. Mitarb. (47) fanden, daß fast alle Patienten, die röntgenologisch eine Besserung zeigen, auch klinisch gebessert sind und daß nur wenige von den eindeutig gebesserten Patienten eine Verschlechterung im Röntgenbild aufweisen. Patienten mit röntgenologischer Verschlechterung gehören meist einer prognostisch ungünstiger zu beurteilenden Gruppe an.

In Übereinstimmung mit den im Schrifttum niedergelegten Erfahrungen werden die besten Operationsergebnisse bei den Patienten der vorliegenden Untersuchungsreihe erzielt, die postoperativ eine unveränderte oder gar verminderte Herzgröße aufweisen. Wenn auch die postoperative Größenzunahme des Herzens einen guten Erfolg nicht ausschließt, so mindert sie doch nach den eigenen Auswertungen die Erfolgsaussichten erheblich. Ein gutes Ergebnis ist jedenfalls am ehesten zu erwarten, wenn die postoperative Größenzunahme des Herzens lediglich durch den postoperativ besseren Füllungszustand des linken Ventrikels verursacht wird. Diese Zunahme wird jedoch in den meisten Fällen durch eine gleichzeitige Abnahme der Rechtsausdehnung des Herzens, hervorgerufen durch die operative Beseitigung des valvulären Stromhindernisses und das Nachlassen der Rechtsherzbelastung, verdeckt. In der Mehrzahl der Fälle beruht die Zunahme der Herzgröße nach Kommissurotomie auf einem Fortschreiten der Rechtsausweitung oder auf einer durch die Operation hervorgerufenen oder

verstärkten Mitralinsuffizienz (49). Beide Möglichkeiten sind als prognostisch ungünstig im Hinblick auf den Operationserfolg zu beurteilen.

Auch MUSSHOFF u. Mitarb.(44) sehen die Vergrößerung des linken Ventrikels als Ausdruck eines günstigen Operationserfolges an, die Wiedervergrößerung des rechten Herzens dagegen als Zeichen eines erneut manifest werdenden Muskelschadens nach vorübergehender Entlastung. Das Maximum der zunächst postoperativ bei reiner Mitralstenose regelmäßig auftretenden Verkleinerung beobachteten sie etwa ein Jahr nach der Klappensprengung. Der initialen Verkleinerung folgt im allgemeinen eine erneute Vergrößerung des Herzens. Nach MUSSHOFF u. Mitarb. (44) beruht diese Wiedervergrößerung in allen Fällen fehlender Rechtsinsuffizienz auf einer Vergrößerung des linken Ventrikels durch den postoperativ vermehrten Blutzustrom. Eine ausgeprägte Größenzunahme spricht jedoch für Rechtsinsuffizienz, wenn neben der Mehrfüllung des linken Ventrikels eine prognostisch ungünstiger zu bewertende Größenzunahme des rechten Herzens auftritt.

Die Untersuchungen am Marburger Krankengut ergeben darüber hinaus, daß das Ausmaß der Klappenerweiterung einen gewissen Einfluß auf das postoperative Verhalten des transversalen Herzdurchmessers hat. In vielen Fällen folgt einer ausreichenden Klappenerweiterung eine günstige Entwicklung, d.h. Abnahme oder Gleichbleiben des Transversaldurchmessers. Dieses entspricht den Beobachtungen zahlreicher Autoren (ELLIS (18), IRMER (33), KOCH (36), SCHLEGEL (53) u. a.), die eine ausreichende Klappenerweiterung als Voraussetzung für ein gutes Operationsergebnis fordern.

Die Lage des Herzens im Thorax beurteilt nach der röntgenologischen Herzachse ändert sich nach der Operation, indem die vorher häufige Steilstellung oft in eine Schräg- oder Querlagerung des Herzens übergeht. Diese

Verkleinerung des Herzneigungswinkels, gebildet von Herzachse und Horizontale, ist in erster Linie durch eine stärkere Rundung des linken Kammerbogens und damit durch die postoperativ vermehrte Füllung des linken Ventrikels zu erklären. Die präoperativ häufige Steilstellung der röntgenologischen Herzachse, bedingt durch den steil abfallenden linken Kammerbogen, erfährt dadurch eine Drehung nach links, was sich in einer Verkleinerung ihres Winkels gegenüber der Horizontalen ausdrückt.

Es sind jedoch aus dem postoperativen Verhalten der röntgenologischen Herzachse keine prognostischen Schlüsse im Hinblick auf den Erfolg der Klappensprengung möglich, da die einzelnen Erfolgsgruppen keine bemerkenswerten Unterschiede in der Änderung des Herzneigungswinkels aufweisen.

Nach den vorliegenden Untersuchungen haben die präoperativen Steilherzen im Vergleich zu den Schräg- und Querherzen nach der Kommissurotomie eine bessere Prognose, wahrscheinlich deswegen, weil die Steilstellung der Herzachse für die mitralkonfigurierten schmalen, wenig dilatierten Herzen typisch ist und meist einer reinen Mitralstenose entspricht, während Schräg- und Querherzen bei Mitralvitien verdächtig auf ein weiter fortgeschrittenes Stadium der Erkrankung, schwere Myokardschädigung, begleitende Mitralinsuffizienz oder andere gleichzeitig vorliegende Klappenfehler sind, auf Umstände also, welche die Operationsaussichten verschlechtern.

Die elektrische Herzachse, im wesentlichen vom Muskelmassenverhältnis der beiden Ventrikel bestimmt (SCHÄFER (51)), zeigt vor der Operation infolge der vermehrten Rechtsbelastung des Herzens bei Mitralstenosen eine Rechtsablenkung, bei vorliegendem Krankengut in 92% der Fälle. Auch BAYER (6), HAUCH (28) und v. a. fanden in der Mehrzahl der unbeeinflußten Mitralstenosen eine Rechtsablenkung der elektrischen Herzachse. KAINDL u. Mitarb. (35) hatten unter 63 Fällen 31 Rechts- und 22 Steil-, aber nur 8 Norm- und 2 Linkstypen.

Nach den Erfahrungen von OTTO u. Mitarb. (47) an 102 Kranken beträgt die durchschnittliche Richtung der elektrischen Herzachse vor der Operation 80-3°; nur 5mal wurde ein Winkel unter 30°, bei etwa einem Drittel der Fälle ein solcher von 100° und mehr gefunden. Postoperativ ergab sich in diesem Kollektiv eine durchschnittliche Richtung der elektrischen Herzachse von 67-3°. Auch BAYER (6), HARING (27), NOBOA-MERINO (46), STEIN (54, 55) und ZENKER (63) haben darauf hingewiesen, daß die elektrische Herzachse nach Kommissurotomie in vielen Fällen eine Drehung nach links erfährt. SCHAUB und HAGER (52) geben postoperativ in 65% der Fälle eine Linksdrehung der elektrischen Herzachse, im Durchschnitt auf 65°, an.

Auch die eigene Auswertung bestätigt, daß sich die elektrische Herzachse postoperativ in vielen Fällen in Richtung zur Norm, d.h. nach links dreht. Besonders deutlich ist der Rückgang der ausgeprägten Rechtstypen von präoperativ 50 auf postoperativ 23 Fälle.

Die Linksdrehung der elektrischen Herzachse nach Kommissurotomie ist Ausdruck der veränderten Druck- und Volumenbelastung des rechten und linken Herzens und deren Rückwirkung auf die Muskelmassen beider Ventrikel (BAYER (6), BOCK (9)). Sie ist damit ein Zeichen für die Abnahme der Rechtshypertrophie nach der Klappensprengung. TORRES u. Mitarb. (58) geben in 59% ihrer postoperativ untersuchten Fälle eine Normalisierung des Rechtshypertrophie-EKG an.

Die postoperative Linksdrehung der elektrischen Herzachse als Zeichen der Rückbildung der Rechtshypertrophie steht in guter Übereinstimmung mit dem klinischen Erfolg der Operation. Postoperative Linksdrehung des größten QRS-Vektors in der Frontalebene ist hinsichtlich des Operationserfolges günstiger zu bewerten als Rechtsdrehung oder Gleichbleiben.

Röntgenologische und elektrische Herzachse verhalten sich nach der Operation aber nicht gleichsinnig. Diese mangelnde Übereinstimmung ist durch die verschiedenen Bedingungen, die für den Röntgen- und EKG-Befund verantwortlich sind, zu erklären. Die postoperative Abnahme des Herzneigungswinkels dürfte u. a. durch lokale, mit dem Operationstrauma zusammenhängende Veränderungen bedingt sein, so daß ihre prognostische Bedeutung geringer ist als die der durch die verbesserte Hämodynamik hervorgerufenen Linksdrehung der elektrischen Herzachse.

Eine bessere Übereinstimmung zwischen röntgenologischen und elektrokardiographischen Befunden ergibt sich sowohl prä- als auch postoperativ zwischen elektrischer Herzachse und relativer Rechtsausweitung des Herzens. Der präoperativ meist rechtsabgelenkten elektrischen Herzachse entspricht eine verstärkte Rechtsausdehnung des Herzens. Mit der postoperativen Abnahme dieser Rechtsausweitung ist in den meisten Fällen eine Linksdrehung des QRS-Hauptvektors verbunden, so daß sich die verminderte Druckbelastung des rechten Herzens sowohl elektrokardiographisch wie röntgenologisch nachweisen läßt. Ob die übrigen Kriterien der Rechtshypertrophie in gleicher Weise durch die Klappensprengung beeinflußt werden, bedarf weiterer Untersuchung.

Entsprechend den guten klinischen Operationsresultaten und der günstigen Entwicklung der röntgenologischen und elektrokardiographischen Befunde zeigen sich auch im postoperativen Verhalten des Venendruckes, der Kreislaufzeiten und der Rechtsdekompensationszeichen deutliche Merkmale der durch die Klappensprengung verbesserten Hämodynamik.

LEZIUS und GADERMANN (39) fanden gleichfalls präoperativ eine Strömungsverlangsamung und postoperativ eine deutliche Steigerung der Blutströmungsgeschwindigkeit in allen Kreislaufabschnitten. BAYER u. Mitarb. (6) untersuchten

die Äther- und Decholinzeiten prä- und postoperativ und sprechen von einer erheblichen Beschleunigung der Zirkulationsgeschwindigkeit im kleinen und großen Kreislauf durch die operative Beseitigung des Stromhindernisses. STEIN u. Mitarb. (55) geben bei um 1 Schweregrad gebesserten Patienten eine Verkürzung der Lungenverweilzeit von durchschnittlich 2,5 sec., bei um 2 oder mehr Schweregrade gebesserten eine solche von durchschnittlich 6,4 sec. an. Hingegen zeigt die Lungenverweilzeit keine verwertbare Änderung bei postoperativ unbeeinflußten oder gar verschlechterten Mitralstenosen.

V. Zusammenfassung.

Bei 95 Kranken mit Mitralstenose wurden vor und nach operativer Klappensprengung röntgenologische, elektrokardiographische und klinische Befunde hinsichtlich des Operationserfolges ausgewertet. Dabei ergaben sich folgende Ergebnisse und Zusammenhänge:

1. Nach klinischen Kriterien war das Operationsergebnis in 30% der Fälle sehr gut, in 46% gut, in 9% mäßig, in 3% schlecht. In 12% war der Zustand postoperativ unverändert.

2. In etwa 60% der Fälle war das Herz vor der Operation röntgenologisch im transversalen Durchmesser vergrößert. Alle Patienten des Schweregrades IV zeigten präoperativ eine deutliche Vergrößerung, während Werte im Normbereich vorwiegend bei Mitralstenosen II. Grades gefunden wurden.

Je größer der transversale Herzdurchmesser präoperativ war, um so geringer war im Mittel der Operationserfolg. Ein sehr gutes Resultat ergab sich in 11% der Fälle, deren Herzdurchmesser mehr als 57% der Thoraxbreite betrug, gegenüber 40% derjenigen mit weniger als 57%.

59% der Kranken zeigten postoperativ keine Änderung des Transversaldurchmessers, 17% eine Abnahme, 24% eine Zunahme. Die klinischen Operationsergebnisse waren besser bei abnehmendem oder unverändertem Durchmesser (über 80% sehr gut und gut) als bei Zunahme (unter 50% sehr gut und gut).

Das Ausmaß der Klappenerweiterung blieb nicht ohne Einfluß auf das postoperative Verhalten des transversalen Herzdurchmessers. Konnte die Mitralklappe um mehr als 1,5 cm^2 erweitert werden, so nahm in rund 25% der Fälle der Transversaldurchmesser ab, während bei einer geringeren Klappenerweiterung in keinem Falle eine Verkleinerung zustande kam.

3. Gute Operationsresultate fanden sich häufiger bei Abnahme oder Gleichbleiben des rechten und linken Medianabstandes als bei Zunahme. Nur 17% der klinisch sehr gut bzw. gut gebesserten Fälle zeigten postoperativ eine Größenzunahme von Mr, während eine solche in 35% der Fälle mit mäßigen bis schlechten Ergebnissen eintrat. Hinsichtlich des linken Medianabstandes waren ähnliche, jedoch nicht so deutliche Unterschiede festzustellen.

4. Das Herzrechteck blieb bei 52% der Patienten nach der Operation unverändert, wurde bei 45% kleiner und nahm nur bei 3% zu, ohne daß sich eine eindeutige Beziehung zum klinischen Operationserfolg erkennen ließ. Allerdings trat in keinem der 28 Fälle mit sehr gutem Operationserfolg eine Vergrößerung des Herzrechteckes auf, während eine solche sich in 2 von 23 Fällen mit mäßigem bis schlechtem Ergebnis einstellte. Im erstgenannten Kollektiv betrug die durchschnittliche Größenänderung des Herzrechteckes -42 cm^2 gegenüber nur -21 cm^2 bei unbefriedigendem Operationsergebnis.

5. Die röntgenologische Herzachse zeigte postoperativ häufig eine Linksdrehung mit Übergang vom Steiltyp zum

Schräg- oder Quertyp. Ein Herzneigungswinkel von 41°- 51° fand sich präoperativ bei 48%, postoperativ aber nur noch bei 24% der Untersuchten. 40% der Fälle hatten nach dem Eingriff einen Herzneigungswinkel von 26°- 35° gegenüber nur 9% vor der Operation. Die klinisch sehr guten Operationserfolge waren bei präoperativen Steiltypen mit 45% häufiger als bei den Schräg- und Linkstypen mit 28% bzw. 25%. Entsprechend ergaben sich mäßige oder schlechte Resultate bei präoperativen Steilherzen nur in 15% gegenüber 32% und 24% in den anderen Gruppen. Die postoperative Änderung des Herzneigungswinkels scheint hingegen für die Prognose des Operationserfolges belanglos zu sein.

6. Die präoperativ in 92% der Fälle nach rechts abweichende elektrische Herzachse erfuhr in der Regel postoperativ eine Linksdrehung. Deutlich war die Abnahme des Anteiles der Rechtstypen von 59% vor der Kommissurotomie auf 27% nachher. Präoperativ fand sich nur bei 8% der Untersuchten ein Norm- bis Linkstyp, postoperativ dagegen bei 34%. Bei Linksdrehung wurde in 36% der Fälle ein sehr gutes Operationsresultat und in keinem Fall ein schlechtes Ergebnis beobachtet, während bei unveränderter Achsenlage oder gar Rechtsdrehung nur 16% sehr gut gebessert waren und weitere 16% ein schlechtes Ergebnis zeigten.

7. Die Untersuchungen ergaben keinen Zusammenhang zwischen dem postoperativen Verhalten der röntgenologischen und der elektrischen Herzachse. Hingegen bestand sowohl vor als auch nach dem Eingriff eine Korrelation zwischen der elektrischen Herzachse und der relativen Rechtsausweitung des Herzens, indem sich beide postoperativ im gleichen Sinne, d.h. entsprechend einer verminderten Rechtsbelastung änderten.

8. Vor der Operation war der systolische Druck im rechten Ventrikel bei 64% der Fälle mit über 40 mm Hg ein-

deutig erhöht. Die röntgenologische Rechtsausweitung wurde mit zunehmendem Druck im Mittel größer. Postoperativ war die Abnahme der Rechtsverbreiterung des Herzens bei einem präoperativen rechtsventrikulären Druck von 41-60 mm Hg am deutlichsten, während sich bei höheren präoperativen Druckwerten röntgenologische Zeichen verminderter Rechtsherzbelastung weniger deutlich darstellten und bei präoperativen Druckwerten unter 40 mm Hg kaum eine Änderung eintrat. Einer postoperativen Abnahme der Rechtsverbreiterung des Herzens entsprach in 82% der Fälle ein sehr gutes oder gutes und in nur 18% ein mäßiges bis schlechtes klinisches Ergebnis. Bei Gleichbleiben oder Größenzunahme des rechten Medianabstandes ergaben sich nur bei 66% der Untersuchten sehr gute oder gute und bei 34% mäßige bis schlechte Operationsresultate.

9. Die relative Rechtsausweitung des Herzens vor der Kommissurotomie war im Mittel um so ausgeprägter, je höher der Venendruck lag. Nach der Operation stellte sich mit abfallendem Venendruck auch eine Abnahme der kardialen Rechtsverbreiterung ein. Bei weiterhin deutlich erhöhtem Venendruck wurden nur in 33% der Fälle sehr gute und gute und in 67% der Fälle mäßige bis schlechte Operationsergebnisse erzielt, während bei postoperativ normalem Venendruck 82% der Fälle sehr gute oder gute und nur 18% mäßige bis schlechte Ergebnisse zeigten.

10. Die Zeichen der Rechtsdekompensation waren postoperativ geringer als präoperativ. 16 Kranke waren vor der Kommissurotomie, 35 nachher kompensiert. Die Ätherzeit lag zunächst in 77 von 88 Fällen über der Norm und wurde postoperativ 51mal kürzer. Bei Abnahme oder Gleichbleiben der Ätherzeit waren die Operationsergebnisse günstiger als bei Zunahme. In 56 von 85 Fällen überschritt die Lungenverweilzeit vor der Kommissurotomie die obere Normgrenze. Eine Verkürzung trat postoperativ bei 55 Untersuchten ein. Vor der Operation war die Lungenverweilzeit um so länger, je weiter die elektrische Herzachse nach

rechts abwich. Die Lungenverweilzeit wurde auch bei den Kranken kürzer, deren elektrokardiographischer Befund für eine fortbestehende Rechtsherzbelastung sprach.

VI. Literaturverzeichnis.

1.) J. McAfee, P. Blondetti — Roentgenologic follow-up on 150 consecutive mitral commissurotomy patients. Amer. Journ. of Roentg. and Rad. Therapy 78, 213-223, 1957.

2.) F. D'Allaines, Ph. Blondeau — La commissurotomie mitrale, Etat actuel de la question d'après une statistique homogène de 400 cas. La presse médicale 63, 1361-1364, 1955

3.) H. Assmann, — Die klinische Röntgendiagnostik der inneren Krankheiten. Bd. I, Berlin, Göttingen, Heidelberg 1949.

4.) C. Baker, R. C. Brock, M. Campbell, P. Wood — Valvotomy for mitral stenosis. Brit. Med. Journ. 1, 1043-1055, 1952.

5.) O. Bayer, F. Loogen, H. Wolter, R. Rippert, D. Augath, D. Beier — Zur Pathophysiologie und Klinik der Mitralstenose. Arch. für Kreislaufforsch. 21, 383-400, 1954.

6.) O. Bayer, E. Boden, E. Derra — Ergebnisse der chirurgischen Behandlung bei 55 Mitralstenosen. Münch. Med. Wochenschr. 95, 789-792 und 817-819, 1953.

7.) G. Biörk, O. Axen, H. Krook, L. Andren, H. Wulff — Studies in mitral stenosis. Amer. Heart Journ. 45, 13-39, 1953.

8.) H. E. Bock, A. Fink — Über die Verfahren der Kreislaufzeitbestimmung und ihre praktische Anwendung am kranken Menschen. Zentralblatt f. Inn. Med. 58, 49-66, 1937.

9.) H. E. Bock, P. Schölmerich — Über die operative Beseitigung von Mitralstenosen. Deutsche Med. Wochenschr. 78, 556-560 und 596-600, 1953.

10.) H. Bolton, B. G. Musser — Cardiac surgery for acquired valvular disease: modifications experienced with 2000 cases. Dis. of the Chest 247-264, 1957.

11.) Th. Brugsch — Kardiologie. 5. Aufl., Leipzig 1958.

12.) K. F. B. Busch — Roentgen examination in patients with mitral stenosis before and after valvulotomy. Acta Radiologica 37, 219-222, 1952.

13.) H. Chiari — Über Myokarditis. Wien. Klin. Wochenschr. 38, 1933.

14.) E. Coelho — Postoperative physiopathologic results in mitral stenosis. Amer. Journ. Cardiol. 4, 163-179, 1959.

15.) L. S. Danzer — The cardiothoracic ratio: An index of cardiac enlargement. The Amer. Journ. of Med. Sciences 513-521, 1919.

16.) L. Dexter — Physiologic changes in mitral stenosis. The New Engl. Journ. of Med. 254, 829-830, 1956.

17.) F. H. Ellis, D. C. Connolly, J.W. Kirklin, R. L. Parker — Arch. Int. Med. 102, 928, 1958.

18.) L. B. Ellis, D. E. Harken — Factors influencing the late results of mitral valvuloplasty for mitral stenosis. Ann. of Int. Med. 43, 133-142, 1955.

19.) L. B. Ellis, D. E. Harken, H. Black — A clinical study of 1000 consecutive cases of mitral stenosis two to nine years after mitral valvuloplasty. Circulation 19, 803-820, 1959.

20.) B. S. Epstein — An evaluation of teleroentgenographic mensuration and cardiac roentgenoscopy in the diagnosis of early mitral valve disease. The Amer. Journ. of Roentg. and Rad. Therapy 53, 259-269, 1945.

21.) M. J. Ferrer, R. M. Harvey, R. H. Wyne, A. Himmelstein, A. Lambert, M. Kuschner, A. Cournand, D. W. Richards — Circulatory effects of mitral commissurotomy with particular reference to selection of patients for surgery. Circulation 12, 7-29, 1955.

22.) Ch. K. Friedberg — Erkrankungen des Herzens. Stuttgart 1959.

23.) J. E. Gary — Late follow-up study of radiologic changes after mitral valvuloplasty. The New Engl. Journ. of Med. 254, 831-835, 1956.

24.) R. P. Glover — The present status of patients subjected to mitral commissurotomy five or more years ago. Surg. Gynec. and Obstetrics 102, 623-625, 1956.

25.) R. P. Glover, T. O'Neill, H. Janton — An analysis of 50 patients treated by mitral commissurotomy five or more years ago. The Journ. of Thor. Surg. 30, 436-451, 1955.

26.) Grosse-Brockhoff und Mitarbeiter — in Handbuch der Inneren Medizin, Bd. 9, 4. Auflage.

27.) O. M. Haring, C. Aravanis, C. K. Liu, G. Gamma, H. D. Trace, A. A. Luisada — The mitral patient before and after surgery. The Amer. Heart Journ. 52, 18-44, 1956.

28.) H. J. Hauch, L. Cordes, K. T. Danneel, O. Diebold, J. Meier-Sydow — Die operative Behandlung der Mitralstenose. Die Medizinische 655-663, 1958.

29.) R. Hegglin — Differentialdiagnose innerer Krankheiten. Stuttgart 1960.

30.) R. Heinecker — EKG-Fibel. 3. Aufl. Stuttgart 1958.

31.) H. Hellner, R. Nissen, K. Vossschulte — Lehrbuch der Chirurgie. Stuttgart 1958.

32.) Th. Hoffmann — Was soll der praktische Arzt von der operativen Behandlung der Mitralstenose wissen und was kann er erwarten? Therapiewoche 6, 285-288, 1955.

33.) W. Irmer — Die bimanuelle transaurikulär-transventrikuläre Kommissurotomie der Mitralstenose mittels Dilatators. Deutsche Med. Wochenschr. 86, 1394-1397, 1961.

34.) O. H. Janton, J.C. Davila, R. P. Glover — Status of 50 patients four and a half to seven years after mitral commissurotomy. Circulation 14, 175-184, 1956.

35.) F. Kaindl, H. Kryjicz, P. Polsterer — Präoperative Diagnostik der Mitralklappenfehler und Erfolgsbeurteilung der Kommissurotomie. Wiener Klinische Wochenschr. 16, 273-278, 1958.

36.) H. Koch, H. Schmutzler, W. Schmitz — Erfahrungen zur prä- und postoperativen Beurteilung der Mitralstenose. Arch. Kreisl.-forsch. 30, 103-122, 1959.

37.) A. Köhler — Teleroentgenographie des Herzens. Deutsche Med. Wochenschr. 187-109, 1908.

38.) H. Kohler — Die Mitralstenose und ihre operative Behandlung. Jena 1957.

39.) A. Lezius, E. G. Gadermann — Chirurgische und kardiologische Probleme bei der operativen Beseitigung stenosierter Mitralklappen. Deutsche Med. Wochenschr. 491-497, 1952.

40.) W. Likoff, J. F. Uricchio — Results of mitral commissurotomy. Journ. Amer. Med. Ass. 166, 737-740, 1958.

41.) G. E. Maha, E. S. Orgain, L. C. Durham — Commissurotomy for mitral stenosis. Journ. Amer. Med. Ass. 166, 2127-2132, 1958.

42.) F. Moritz — Zur Beurteilung der Herzgröße. Fortschr. auf dem Geb. der Röstrahlen 38, 993-999, 1928.

43.) F. Moritz — Eine Methode, um beim Röntgenverfahren aus dem Schattenbilde eines Gegenstandes dessen wahre Größe zu ermitteln (Orthodiagraphie) und die exakte Bestimmung der Herzgröße nach diesem Verfahren. Münch. Med. Wochenschr. 996-999, 1900.

44.) K. Musshoff, H. Kraus, P. Frisch, H. Reindell — Größen- und Formänderungen des Herzens und der Lungengefäße vor und nach Sprengung der Mitralstenose. Deutsche Med. Wochenschr. 84, 468-480, 1959.

45.) R. Nissen — Nauheim. Fortbild.-Lehrgang 22, 119, 1957.

46.) J. Noboa-Merino — Modificaciones electrocardiograficas en operados de estenosis mitral. An Méd. Quir. 1, 431-488, 1955.

47.) J. F. Otto, J. M. Hutcheson, W. A. Abelmann, D. E. Harken, J. E. Gary, L. B. Ellis — Clinical observations before and after mitral valvuloplasty. The New Engl. Journ. of Med. 253, 995-1005, 1955.

48.) H. Rautmann — Untersuchung und Beurteilung der röntgenologischen Herzgröße. Kreislaufbücherei Bd. 9, Darmstadt 1951.

49.) Report of the Section on cardiovascular Surgery of the American College of the Chest Physicians. — The surgical treatment of mitral stenosis. The Dis. of the Chest 35, 435-444, 1959.

50.) E. Riss, S. A. Levine — Some clinical notes on patients with mitral valvular disease who have had mitral valvuloplasty. The Amer. Heart Journ. 56, 814-845, 1958.

51.) H. Schäfer — Das Elektrokardiogramm. Theorie und Klinik. Berlin, Göttingen, Heidelberg, 1951.

52.) W. Schaub, W. Hager — Spätergebnisse nach Mitralstenose-Operation. Deutsche Med. Wochenschr. 1675-1679, 1959.

53.) B. Schlegel — Indikationen zur operativen Beseitigung der Mitralstenose. Ärztl. Wochenschr. 11, 645-648, 1956.

54.) E. Stein — Probleme der klinischen Differentialdiagnostik bei Mitralklappenfehlern im Hinblick auf ihre Operationsfähigkeit. Ärztl. Wochenschr. 14, 681-687, 1959.

55.) E. Stein, P. Schölmerich, L. Buchholz — Klinische Ergebnisse der operativen Klappensprengung bei Mitralstenose. Deutsche Med. Wochenschr. (Im Druck).

56.) M. L. Sussmann, G. Jacobson — A critical evaluation of the roentgen criteria of right ventricular enlargement. Circulation 11, 391, 1955.

57.) W. Teschendorf — Lehrbuch der röntgenologischen Differentialdiagnose. Bd. 1, Stuttgart 1958.

58.) R. V. R. Torres, J. Mackinnon, E. G. Wade, C. F. H. Vickers — Brit. Heart Journ. 21, 381, 1959.

59.) W. D. Turner, R. L. Fraser — Mitral valvotomy, a progress report. The Lancet 271, 525-531 und 587-592, 1956.

60.) H. E. Ungerleider — Evaluation of heart size measurements. The Amer. Heart Journ. 24, 494-510, 1942.

61.) J. A. Williams, D. Littmann, R. Warren — Experiences with the surgical treatment of mitral stenosis. The New Engl. Journ. of Med. 258, 623-630, 1958.

62.) E. Zdansky — Röntgendiagnostik des Herzens und der großen Gefäße. Wien 1939.

63.) R. Zenker, P. Schölmerich, E. Stein, J. G. Schlitter — Zur Erfolgsbeurteilung der Kommissurotomie bei Mitralstenose. Schweizer Med. Wochenschr. 610-614, 1956.

Anhang: Unterlagen der Auswertung.

Lfd.Nr.	Pat.	Op. L.B.	Schweregr.	Venendr. (mm H_2O)	Lungenverwz. (sec)
1	U. B.	1956 1957	III I	140 120	8 8
2	J. B.	1958 1958	III II	95 106	7 11
3	O. B.	1959 1960	II-III I-II	140 115	5 4
4	P. B.	1955 1956	IV II-III	255 80	15 9
5	M. B.	1955 1956	II-III I	65 95	11 8
6	M. Br.	1956 1957	III II	115 60	9 8
7	A. B.	1954 1955	II I	35 150	14 7
8	M. Bu.	1958 1959	III-IV III	200 210	46 7
9	E. C.	1958 1960	III II	100 85	13 10
10	R. C.	1956 1957	I-II I	95 82	9 29
11	H. D.	1954 1958	III II	85 85	9 6
12	W. D.	1958 1959	II-III I	95 70	17 10
13	L. E.	1957 1957	III-IV II-III	217 90	28 11
14	K. F.	1957 1958	II I	90 70	9 6
15	W. F.	1956 1957	II-III II	80 78	6 8
16	H. F.	1958 1959	III I	110 85	21 5
17	E. G.	1956 1958	III-IV II	170 90	- 6

Syst.Druck re. Ventr.a.op.(mm Hg)	QRS°	N°	Tr (cm)	Th/Mr	L x Br (cm^2)
42	67 24	43 42	11,8 12,3	6,2 6,9	158,2 156,6
46	46 30	38 36	14,3 14,2	1,5 4,3	167,6 157,0
60	98 90	36 35	15,5 15,4	5,1 5,6	224,8 191,5
160	111 20	35 28	19,2 17,8	4,4 4,7	270,5 208,6
33	94 92	47 38	15,2 16,6	4,9 4,1	245,7 209,1
50	90 82	40 32	14,4 14,6	6,8 8,1	196,7 192,5
40	69 79	44 40	13,5 14,6	5,8 5,4	204,8 201,6
--	110 90	47 45	19,0 19,8	3,1 3,3	365,8 354,0
--	69 64	34 34	14,0 14,7	5,5 5,1	189,7 200,2
42	90 79	46 41	13,6 11,8	5,4 9,8	184,8 172,5
60	55 90	38 33	14,0 15,6	5,8 5,9	184,2 159,1
42	84 30	40 41	18,9 16,2	5,5 6,7	256,3 256,3
110	120 115	45 37	17,1 16,8	4,3 4,4	219,2 215,5
44	-20 - 7	44 43	12,5 12,5	5,2 5,3	184,0 156,8
59	92 71	45 36	16,8 15,5	4,7 5,7	274,2 219,6
30	84 48	40 34	16,4 16,5	5,3 5,7	273,0 242,8
97	-- --	40 40	16,2 14,8	5,2 4,2	208,3 183,6

Lfd.Nr.	Pat.	Op. L.B.	Schweregr.	Venendr. (mm H_2O)	Lungenverwz. (sec)
18	E. Gi.	1959 1959	II I	65 120	1 3
19	I. G.	1956 1957	II-III II	60 90	9 7
20	E. Go.	1958 1959	II-III I-II	65 50	6 5
21	O. G.	1958 1959	IV III	180 200	- -
22	T. G.	1958 1959	II I	185 195	15 6
23	R. G.	1958 1960	II-III I	45 100	8 4
24	M. G.	53+59 1959	III II	60 170	5 4
25	F. H.	1958 1959	III I	105 110	5 12
26	L. H.	1956 1957	III I	70 105	10 4
27	F. He.	1958 1959	III II-III	175 133	12 9
28	E. H.	1957 1957	II-III I-II	83 75	8 6
29	A. H.	1956 1956	II I	75 80	8 6
30	M. H.	1958 1959	II I-II	105 80	5 3
31	B. J.	1956 1957	III II	110 120	20 8
32	E. J.	1958 1959	II-III I-II	125 155	5 3
33	I. J.	1956 1957	II-III I-II	65 105	7 5
34	F. J.	1955 1956	III II	125 125	10 14
35	G. J.	1955 1957	IV III	225 155	9 8

Syst. Druck re. Ventr. a.op.(mm Hg)	QRS°	N°	Tr (cm)	Th/Mr	L x Br (cm^2)
20	87 68	46 34	12,3 13,2	7,0 7,6	174,7 170,8
36	72 75	39 44	12,4 13,8	5,5 5,0	174,9 177,8
48	71 60	49 40	13,3 13,9	5,1 4,5	209,6 180,0
31	72 -31	43 40	15,9 17,4	2,7 2,9	244,5 214,4
58	107 70	35 28	18,5 20,4	4,1 3,4	268,8 281,3
32	90 72	30 33	19,1 15,4	4,1 5,5	261,3 194,0
--	30 106	35 33	14,7 15,0	6,8 6,7	203,8 182,1
73	101 77	38 43	15,1 12,1	4,6 6,7	244,8 172,6
90	82 50	36 36	13,4 13,9	7,1 8,2	164,7 175,6
85	105 70	40 33	17,6 16,3	3,8 4,2	262,2 208,9
125	-- --	38 36	16,8 16,6	5,3 6,7	222,8 233,5
51	68 35	33 36	14,7 14,3	5,7 5,5	194,8 182,5
--	101 90	45 41	12,1 12,5	5,9 6,3	170,8 150,1
34	90 71	42 40	15,9 15,5	4,0 4,2	257,5 207,7
--	79 48	39 37	14,9 15,2	6,8 7,1	193,8 194,8
68	100 60	49 43	13,0 13,7	4,9 6,0	201,6 172,1
42	100 79	37 27	18,4 18,4	4,8 5,7	323,7 260,3
135	112 114	38 34	20,6 20,3	3,7 4,1	358,7 357,8

Lfd.Nr.	Pat.	Op. L.B.	Schweregr.	Venendr. (mm H_2O)	Lungenverwz. (sec)
36	H. K.	1956 1959	III I	100 65	8 6
37	A. K.	1956 1960	II-III I	112 115	5 6
38	F. K.	1956 1958	III-IV II-III	82 150	16 26
39	G. K.	1955 1956	III I-II	180 100	7 8
40	M. K.	1956 1957	II-III I-II	100 85	11 8
41	H. Ko.	1959 1959	III I-II	80 115	13 3
42	H. Kor.	1959 1960	II-III I-II	180 100	6 5
43	R. K.	1958 1959	II-III II	155 140	16 9
44	A. K.	1958 1958	III II	-- 105	- 4
45	E. K.	1957 1959	II I-II	85 30	10 9
46	I. L.	1957 1958	III I-II	75 120	10 10
47	O. L	1955 1957	II-III I	50 95	4 4
48	H. L.	1959 1960	II-III I-II	115 105	9 3
49	A. L.	1957 1958	III II	70 --	15 -
50	W. M.	1956 1957	II-III I-II	95 80	8 7
51	G. M.	1958 1959	II II	75 130	5 5
52	A. M.	1956 1957	III II-III	100 145	7 9
53	R. M.	1955 1957	III II	100 95	14 28

Syst.Druck re. Ventr.a.op.(mm Hg)	QRS°	N°	Tr (cm)	Th/Mr	L x Br (cm^2)
105	93 48	41 37	15,7 15,2	5,2 5,8	201,6 167,5
59	63 9	44 33	13,5 14,4	7,7 7,7	192,0 178,1
88	111 115	48 37	13,4 17,8	5,0 4,3	306,0 271,2
80	96 69	46 36	15,9 15,1	5,1 6,3	315,2 212,4
28	111 93	47 48	16,1 13,4	4,7 5,2	257,3 186,0
--	82 82	49 49	13,7 13,7	6,6 6,7	224,9 220,3
65	113 113	38 30	18,2 17,4	4,7 5,2	253,5 182,1
45	113 110	41 39	16,4 17,0	3,5 3,5	237,1 230,7
55	69 53	38 32	15,7 16,6	6,0 5,0	206,6 203,7
--	122 110	38 35	16,5 15,3	4,6 5,6	214,5 187,0
110	100 92	38 31	13,8 15,1	7,1 6,6	187,6 153,0
32	81 75	49 44	12,9 13,3	5,6 5,8	180,8 170,8
102	118 108	38 42	12,6 12,7	6,9 6,6	163,0 157,3
110	97 80	37 37	16,5 15,0	5,5 6,0	227,0 187,2
48	-- --	47 42	13,2 12,8	5,1 5,7	176,7 161,0
36	83 --	36 31	13,6 16,6	8,1 5,6	181,7 179,3
32	103 90	30 28	20,0 21,5	4,4 4,0	273,0 263,9
133	66 58	36 33	19,3 18,9	3,9 4,5	262,6 259,2

Lfd.Nr.	Pat.	Op. L.B.	Schweregr.	Venendr. (mm H_2O)	Lungenverwz. (sec)
72	R. Sch.	1958 1959	III I	110 100	11 6
73	Ä. Sch.	1957 1959	III III-IV	95 --	7 -
74	K. Sch.	1955 1958	II-III I	65 110	5 9
75	H. Sch.	1958 1958	III II-III	105 135	- -
76	W. Sch.	1958 1959	III II	100 85	17 22
77	M. Schu.	1958 1959	II I	75 85	9 6
78	K. S.	1957 1958	II-III I	130 100	6 6
79	G. S.	1954 1956	II-III II	150 90	8 8
80	R. S.	1954 1955	III II	155 105	6 7
81	M. St.	1957 1957	II I	78 75	10 -
82	G. T.	1957 1958	III II	50 60	11 13
83	A. T.	1956 1959	II I	70 75	8 3
84	G. Th.	1957 1957	II-III I-II	75 50	21 14
85	E. Th.	1955 1959	III II	190 97	- -
86	E. T.	1958 1959	III-IV II-III	100 110	19 8
87	L. V.	1959 1959	III II	60 60	3 8
88	F. W.	1958 1959	II I	140 110	- -
89	M. W.	1957 1959	III II	90 55	17 15

Syst.Druck re. Ventr.a.op.(mm Hg)	QRS	N°	Tr (cm)	Th/Mr	L x Br (cm^2)
40	79	46	16,6	4,3	334,0
	--	40	16,6	4,8	241,1
50	95	39	18,6	3,3	332,2
	100	32	22,2	2,7	301,1
50	112	47	13,9	6,3	212,0
	82	41	13,7	7,5	188,2
30	87	40	16,2	5,4	230,7
	30	36	19,0	4,3	321,8
64	108	42	16,1	6,0	234,1
	90	35	16,1	7,2	209,0
--	85	45	12,1	5,8	165,2
	78	46	11,8	5,7	153,4
132	110	40	16,5	6,9	227,8
	50	29	16,3	8,0	185,3
45	48	39	14,6	9,7	218,4
	10	35	14,5	11,4	213,4
60	98	45	16,3	3,8	212,4
	95	35	16,4	4,4	253,8
38	88	38	13,5	5,9	162,2
	71	34	14,3	4,8	166,8
50	90	46	14,4	5,5	229,8
	83	42	14,6	7,3	196,3
65	84	41	12,9	6,2	168,5
	41	34	13,1	6,2	149,9
31	90	35	17,1	4,3	237,0
	67	41	16,7	5,8	246,2
63	93	46	17,2	4,8	307,2
	90	37	18,9	4,6	286,8
36	90	42	18,3	4,2	321,8
	47	41	19,5	4,0	275,3
35	30	36	15,4	5,3	190,0
	30	36	15,4	5,3	186,3
--	26	38	15,0	7,0	187,0
	20	32	15,5	5,9	191,5
38	64	43	15,6	5,0	226,1
	92	45	15,0	4,6	210,6

Lfd.Nr.	Pat.	Op. L.B.	Schweregr.	Venendr. (mm H_2O)	Lungenverwz. (sec)
90	B. W.	1958 1959	III II	110 115	12 7
91	H. W.	1956 1957	III I-II	80 100	1 6
92	E. W.	1957 1960	III II	175 120	12 3
93	T. Z.	1958 1959	III-IV II-III	185 --	16 8
94	A. Z.	1955 1958	II I-II	105 85	6 6
95	G. Z.	1957 1958	III II	100 80	6 7

Syst.Druck re. Ventr.a.op.(mm Hg)	QRS°	N°	Tr (cm)	Th/Mr	L x $_2$Br (cm^2)
31	38 22	41 32	15,9 16,9	5,6 5,1	214,2 185,2
23	90 80	41 32	14,9 15,9	5,6 5,2	229,4 208,3
137	-- 88	39 31	17,0 16,5	6,2 7,0	251,6 202,5
80	116 99	43 38	17,9 16,1	3,8 4,4	281,6 235,2
40	80 -6	39 39	14,8 15,2	5,3 4,9	180,6 178,3
68	95 90	43 35	18,4 18,6	3,8 4,8	310,7 275,1

Herrn Professor Dr. E. STEIN danke ich für die Überlassung des Themas und seine bereitwillige und freundliche Hilfe bei der Arbeit.

Lebenslauf

Am 30.12.1934 wurde ich als Tochter des Rektors Heinrich Winbeck und seiner Ehefrau Elise, geb. Lübbert, in Duisburg geboren. Von 1941 bis 1948 besuchte ich die Volksschule in Duisburg, Bützow und Wittenburg. 1949 trat ich in die Käthe-Kollwitz-Schule in Duisburg-Ruhrort ein. An dieser Schule legte ich am 1.3.1956 in der neusprachlichen Abteilung die Reifeprüfung ab. Mit dem Sommersemester 1956 begann ich das Medizinstudium in Marburg/Lahn. Im Wintersemester 1957/58 studierte ich in Bonn. In Marburg bestand ich am 30.4.1959 die ärztliche Vorprüfung und am 31.7.1962 das medizinische Staatsexamen.